

Série A. N° 578

N° d'ordre

1307

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

M. Henri JUDET

PREMIÈRE THÈSE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA GREFFE DES TISSUS ARTICULAIRES

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 26 juin, devant la commission d'examen

MM. DASTRE

Président

VÉLAIN

MATRUCHOT

} *Examineurs*

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, RUE HAUTEFEUILLE, 19

1908

Série A. N° 578

N° d'ordre

1307

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

M. Henri JUDET

PREMIÈRE THÈSE

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LA GREFFE DES TISSUS ARTICULAIRES

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Soutenues le 26 juin, devant la commission d'examen



MM. DASTRE

Président

VÉLAIN

MATRUCHOT

} *Examineurs*

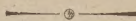
PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, RUE HAUTEFEUILLE, 19

1908

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS



Doyen..... P. APPELL, *Professeur* Mécanique rationnelle.
Doyen honoraire G. DARBOUX; — Géométrie supérieure.

Professeurs honoraires. { L. TROOST.
 { CH. WOLF.
 { J. RIBAN.

	LIPPMANN.....	Physique.
	BOUTY.....	Physique.
	BOUSSINESQ.....	Physique mathém. et calcul des probabilités.
	PICARD.....	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
	H. POINCARÉ.....	Astronomie mathém. et mécanique céleste.
	Y. DELAGE.....	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	GASTON BONNIER.....	Botanique.
	DASTRE.....	Physiologie.
	DITTE.....	Chimie.
	GIARD.....	Zoologie, Évolution des êtres organisés.
	KOENIGS.....	Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN.....	Géographie physique.
	GOUSSAT.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	CHATIN.....	Histologie,
<i>Professeurs.....</i>	PELLAT.....	Physique.
	HALLER.....	Chimie organique.
	JOANNIS.....	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	JANET.....	Physique — —
	WALLERANT.....	Minéralogie.
	ANDOYER.....	Astronomie physique.
	PAINLEVÉ.....	Mathématiques générales.
	HAUG.....	Géologie.
	TANNERY.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	RAFFY.....	Application de l'analyse à la géométrie.
	HOUSSAY.....	Zoologie.
	H. LE CHATELIER.....	Chimie.
	N.....	Chimie biologique.
	N.....	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	N.....	Physique.
	PUISEUX.....	Mécanique et astronomie.
	LEDUC.....	Physique.
	HADAMARD.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	MATRUCHOT.....	Botanique.
<i>Professeurs-adjoints.</i>	MICHEL.....	Minéralogie.
	DAGUILLON.....	Botanique.
	BOUVEAULT.....	Chimie organique.
	BOREL.....	Théorie des fonctions.
	G. PRUVOT.....	Anatomie comparée.
	CAULLERY.....	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
<i>Secrétaire.....</i>	A. GUILLET.	

A MONSIEUR DASTRE

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE A LA SORBONNE

MEMBRE DE L'INSTITUT



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555823_0060

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

GREFFE DES TISSUS ARTICULAIRES

CHAPITRE PREMIER

Les ankyloses osseuses et la greffe articulaire.

Sommaire. — Point de départ de ces recherches : traitement des ankyloses.

— Les résections articulaires à l'époque des Moreau, de Bar-Le-Duc. — Les résections sous-périostées à l'époque de Ollier. — Les résections sous-périostées combinées au principe de l'interposition à l'époque actuelle. Conception d'une opération reconstituant les surfaces articulaires par greffe des cartilages.

Ce sont des considérations d'ordre chirurgical qui ont servi de point de départ à ces recherches de physiologie pathologique, portant sur les articulations. Nous avons été frappé de ce fait qu'à l'heure actuelle, malgré les énormes progrès de la chirurgie, un assez grand nombre d'ankyloses sont encore incurables. Nous ne possédons pas en effet de procédé opératoire permettant à coup sûr de redonner à une jointure ankylosée la solidité en même temps que la mobilité. Or, restituer la mobilité sans la solidité c'est faire au malade un détestable présent. Mieux vaut un coude ankylosé à angle droit qu'un coude flottant, incapable du moindre effort utile ; mieux vaut surtout un genou immobilisé en flexion légère à 170° qu'un genou ballant, inapte à supporter le poids du corps et à per-

mettre la marche. Aussi est-il de règle de ne pas s'attaquer aux ankyloses du membre inférieur toutes les fois qu'elles sont en bonne position.

L'ankylose de la hanche et surtout l'ankylose du genou constituent, à l'heure actuelle, des difformités au-dessus des ressources de la chirurgie.

Avant les travaux d'OLLIER, toutes les ankyloses étaient considérées comme incurables. Il n'existait pas d'opération se proposant comme but unique de restituer le mouvement. Les résections telles que les avaient pratiquées et enseignées les deux MOREAU, de Bar-le-Duc (de 1782 à 1816), se proposaient essentiellement de supprimer les extrémités articulaires malades. On pénétrait dans les articulations en coupant les ligaments et une partie des muscles ou des tendons périphériques, on sciait largement les os recouverts de leur périoste. Le résultat utile c'était la destruction du foyer morbide; un résultat surajouté et nuisible c'était une mobilité des deux os en présence, mais sans articulation régulière. Le membre était raccourci d'une longueur égale au total des deux segments réséqués : il était flottant, sans force et sans usage; c'était selon l'expression consacrée un *membre de polichinelle*. Avec OLLIER (1858) la question change de face : la résection sous-périostée se substitue à la résection en masse.

« Ce qui caractérise essentiellement notre méthode opératoire pour les résections articulaires, écrit l'illustre chirurgien-physiologiste lyonnais, c'est la conservation intégrale de la gaine périosto-capsulaire, c'est-à-dire du canal fibreux intermédiaire joignant entre eux les bouts d'os réséqués, capsulaire au centre, périostique à chaque extrémité. La régénération de l'os s'opère dans la partie périostique; la partie capsulaire reste fibreuse et l'articulation se reconstitue.

.

« La nouvelle articulation est d'abord formée par un tissu conjonctif lâche, irrégulièrement cloisonné. Il se forme peu à peu dans ce tissu des loges multiples qui peuvent se réunir en une cavité unique et constituer par là une vraie cavité articulaire, lubrifiée par de la sérosité et même par un liquide filant comme de la synovie (1). »

Les surfaces de nouvelle formation peuvent prendre l'aspect du cartilage, surtout lorsqu'une seule surface cartilagineuse a été enlevée, mais jamais au microscope on ne constate de vrai cartilage.

OLLIER s'est étendu minutieusement sur les conditions à remplir pour garder la mobilité dans la nouvelle jointure. Les surfaces réséquées doivent être tenues écartées sinon l'on obtient une soudure osseuse. « Il faut écarter assez au début pour prévenir l'ankylose, mais rapprocher ensuite pour obtenir une articulation solide. » Dans les cas où la puissance de régénération des os est considérable, il faut ajouter deux autres conditions :

1^o Résection d'une bague de périoste (résection sous-périostée interrompue) ;

2^o Mobilisation précoce.

Lorsqu'on passe à la pratique, on se heurte à des difficultés considérables pour toutes les ankyloses succédant aux arthrites infectieuses.

Si l'on fait une résection selon les principes d'OLLIER, on aboutit presque fatalement à une réankylose, quelque soin que l'on prenne de maintenir l'écartement des fragments et de faire de la mobilisation précoce. Il faut (par exemple dans le cas d'arthrite blennorragique plastique ankylosante), une résection très large pour maintenir la mobilité. On tombe

(1) Traité de la régénération des os, tome II, p. 305.

alors dans un autre péril : celui du membre ballant et inutilisable.

Les solutions proposées par OLLIER sont donc inefficaces dans les cas d'ankyloses succédant aux arthrites aiguës. C'est pour traiter de pareils cas que l'on a imaginé d'interposer un corps étranger entre les deux extrémités osseuses, afin d'empêcher leur fusion.

Cette méthode, telle qu'elle a été appliquée en chirurgie par notre maître QUÉNU, par NÉLATON, par BERGER..., repose sur le principe suivant :

Les muscles interposés entre deux fragments osseux retardent ou empêchent la consolidation (1).

On voit donc bien la conduite à tenir : après la résection sous-périostée interrompue telle que la préconise OLLIER, on sectionne un lambeau plat d'un muscle voisin de l'articulation et on vient en coiffer l'une des extrémités osseuses (fig. 1). Les muscles semblent être la substance de choix à interposer, mais d'autres parties molles ont été utilisées, des bandelettes tendino-aponévrotiques (QUÉNU, OMBREDANNE), des lambeaux de peau (GLÜCK). Certains chirurgiens n'ont pas hésité à interposer sur leurs opérés des corps étrangers non résorbables : morceau de baudruche (NARATH), lamelle d'or (ROSER), plaque de celluloid (FROELICH).

Chez le chien et le lapin, CHLUMSKI a réséqué les cartilages articulaires du genou et les a remplacés soit par des plaques non résorbables d'argent, d'étain, de celluloid, de caoutchouc, soit par des plaques résorbables : os décalcifié, ivoire, magnésium. La mobilité articulaire fut conservée, la cavité persistait quoique diminuée 3 à 4 mois et demi après l'opération.

Quoi qu'il en soit, seule l'interposition de parties molles

(1) CORNIL et COUDRAY, Evolution anatomique des fractures mobilisées, etc. — Rôle des muscles dans les pseudarthroses (*Rev. de chirur.*, 10 juillet 1904.)

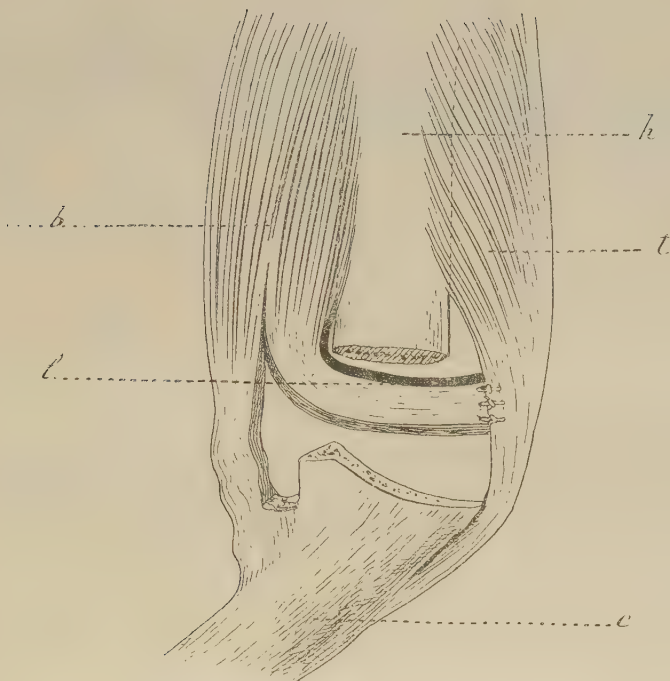


Fig. 1. — Schéma d'une résection orthopédique du coude suivie d'une interposition musculaire (imité de Huguier). — *h*, humérus ; *c*, cubitus ; *b*, brachial antérieur ; *l*, ligament antérieur doublé de fibres du brachial antérieur ; *t*, triceps.

prélevées sur le malade lui-même, et en particulier de muscle, est entrée dans la pratique chirurgicale. Ce procédé marque un progrès considérable pour le traitement des ankyloses du membre supérieur (1).

Il ne semble guère applicable au membre inférieur (hanche et surtout genou) malgré les tentatives de MURPHY (2).

L'interposition musculaire peut être menée à bien avec

(1) On trouvera l'exposé complet de cette question dans la thèse du Dr Huguier : *Traitement des ankyloses par la résection orthopédique et l'interposition musculaire* (Paris, 1905).

(2) MURPHY, *Ankylosis. Arthroplasty clinical and experimental* (*Tr. Am-Surg. An. Phila*, 1904, XXII, 315-376, 9 pl.).

une résection que nous appelons économique, par comparaison avec les larges résections préconisées par OLLIER. Néanmoins à n'envisager que la condition primordiale que doit remplir le genou — la solidité — le sacrifice osseux indispensable est encore trop grand. Des insertions ligamenteuses sont sacrifiées qui ne se reconstituent jamais bien; il en résulte des mouvements de latéralité, certes compatibles avec un bon fonctionnement du coude, mais qui frapperaient un genou de déchéance grave.

L'opération idéale serait celle qui, sans toucher aux muscles, organes de la mobilité, ni aux ligaments, organes de la solidité de l'articulation, pourrait à la faveur d'une résection ultra-économique créer entre les deux os un interstice durable, simple fente comme la cavité articulaire physiologique.

Cette rénovation articulaire ne se conçoit guère en dehors du retour à l'état anatomique antérieur à la maladie. Un élément essentiel a disparu dans les ankyloses complètes : les cartilages articulaires ont été envahis par le processus d'ossification qui a soudé les deux os. Il faudrait donc refaire des cartilages articulaires. Ces considérations nous ont amené à l'idée d'essayer de *reconstituer par greffe les cartilages articulaires détruits* par l'inflammation. Dans l'interstice créé par la résection ultra-économique, nous nous sommes demandé quel serait le sort d'une lame de cartilage appliquée sur chacune des deux extrémités osseuses en présence et entraînée dans leur mouvement de glissement réciproque.

En faisant des recherches bibliographiques nous avons été surpris de voir que la greffe des cartilages dans les articulations ne semble pas avoir été tentée ni même conçue théoriquement. Nous croyons nouvelle la matière que nous avons traitée, mais il est possible qu'un travail antérieur ait échappé à nos investigations. A notre époque de production scientifique intense il faut un temps et un labeur considérables pour

connaître tout ce qui a été publié sur une question. Ce temps peut souvent être mieux employé en recherches personnelles ; dussent celles-ci n'être que la répétition de travaux antérieurs, elles n'en gardent pas moins une valeur de contrôle.

*
* *

Un autre élément essentiel a disparu dans les articulations frappées d'une ankylose osseuse complète : la cavité séreuse est effacée, la synoviale a été détruite. Elle forme, autour de la cicatrice osseuse qui remplace l'articulation, une enveloppe adhérente, comme un manchon périostique qui, d'ailleurs, se continue en haut et en bas avec le périoste vrai.

Si, dans une ankylose complète, on greffe sur chaque os, à la faveur d'une résection ultra-économique, une lame de cartilage, on n'a exécuté que la moitié du travail de restauration ; la synoviale continue à faire défaut et, s'il est vrai, comme les classiques l'enseignent, que seule la synovie peut nourrir le cartilage, la greffe cartilagineuse est vouée à un échec certain.

OLLIER (1) prétend, il est vrai, que le mouvement à lui seul peut créer des bourses séreuses, « une vraie cavité articulaire lubrifiée par de la sérosité et même par un liquide filant, comme la synovie ».

BÉRANGER-FÉRAUD a essayé de démontrer l'existence de synoviale dans les pseudarthroses flottantes.

« En réalité, comme le disent CORNIL et COUDRAY (2), aucun examen histologique des prétendues synoviales n'a été fait en ce qui concerne les observations anciennes et pour les

(1) OLLIER, *loc. cit.*, p. 7.

(2) Evolution anatomique des fractures mobilisées (*Rev. de Chir.*, n° du 10 juillet 1904).

observations contemporaines, les examens histologiques, les seuls qui aient été faits par RIGAL et W. VIGNAL de pseudarthroses temporaires avec capsules fibreuses et apparences de synoviales, ces examens, disons-nous, ont été négatifs. En effet, si ces auteurs ont trouvé un liquide analogue à la synovie ce liquide était en si minime abondance qu'il n'a pu être examiné. De plus, et ce fait est capital, les essais d'imprégnation au nitrate d'argent n'ont donné aucun résultat. Donc pas d'endothélium, pas de synoviale véritable. »

Nos premières expériences sur la *greffe des cartilages articulaires* nous ont logiquement conduit à une seconde série de recherches sur la *greffe de la synoviale* : nous sommes ainsi arrivé à la conception d'une *greffe articulaire totale*.

Cette greffe articulaire totale, nous croyons en avoir démontré la possibilité physiologique. Au point de vue des applications chirurgicales, nous croyons qu'il serait possible de réaliser la transplantation articulaire du singe anthropoïde à l'homme en raison de la grande similitude des espèces.

En ce qui concerne la transplantation articulaire des animaux domestiques à l'homme, nous dirons plus loin (chapit. VI) quels obstacles semblent faire prévoir les propriétés cytolitiques des sérums, mises en évidence par les recherches modernes.

* * *

Nos diverses expériences ont été exécutées de juin 1906 à mai 1908 au laboratoire de la Diphtérie, à l'hôpital Trousseau, au laboratoire de Pathologie externe de la Faculté de médecine et surtout au laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

Que M. le professeur DASTRE veuille bien agréer l'hommage de notre reconnaissance pour le bienveillant et constant intérêt qu'il a porté à nos recherches.

Nous exprimons notre gratitude à M. le professeur LANNE-

LONGUE, pour l'hospitalité qu'il nous a accordée au laboratoire de Pathologie externe en 1907.

Nous remercions également notre ami le docteur RIBADEAU-DUMAS, chef de laboratoire à Trousseau.

Pour l'examen histologique d'un certain nombre de nos pièces expérimentales, nous avons eu la précieuse ressource de recourir à la grande obligeance et à la compétence reconnue de M. RETTERER, professeur agrégé à la Faculté de médecine, chef des travaux d'histologie, et de M. BASSER, chef des travaux d'anatomie pathologique à l'Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort.

CHAPITRE II

Greffe en général et greffe cartilagineuse.

Sommaire. — Définition de la greffe animale d'après Paul Bert. — Examen critique de cette définition. — Définition de la greffe des tissus. — Propriétés vitales des fragments réellement greffés. — Greffe vraie et tolérance aseptique : exemple tiré du tissu osseux.

Recherches sur la transplantation du cartilage, antérieurement à nos essais. Travaux de Léopold — Zahn — Helferich — Fisher — Ollier — Tizzoni — Seggel — Zoppi — Cornil et Coudray — Tuffier.

« La greffe animale, dit Paul BERT (1), n'est ni une question ni un ensemble de questions ; c'est toute une méthode que l'on peut employer pour la solution de maints problèmes physiologiques et dont les personnes qui s'occupent de physiologie morbide pourront un jour tirer les plus utiles résultats. »

En raison de l'étendue et de la complexité du problème de la greffe animale, on conçoit la difficulté d'une définition d'ensemble. On est obligé de se borner à une énumération, ainsi que l'a fait P. BERT.

« Il y a greffe, dit Paul BERT, en premier lieu quand une partie est détachée d'un animal et transplantée sur un autre où elle continue à vivre, ou bien quand deux animaux sont accolés l'un à l'autre, et réunis par les liens organiques qui établissent entre eux une sorte de solidarité vitale ; il y a greffe en second lieu lorsque, chez le même animal, une partie complètement séparée de ses connexions les reprend ou en acquiert de nouvelles, cette séparation pouvant avoir été exécutée soit d'un seul coup, soit en plusieurs temps. »

(1) De la greffe animale, Th. de la Fac. de méd., Paris, 1863.

Ainsi comprise, la greffe englobe un grand nombre de faits assez disparates :

1^o L'accolement de deux animaux l'un à l'autre (greffe siamoise) n'est qu'un simple phénomène d'adhérence cicatricielle entre deux animaux de même espèce. C'est un cas à peu près analogue à celui qui se produit à la main, lorsque, après une plaie qui a mis les parties à vif, les doigts s'accoient et forment patte de canard (ELIAS) (1).

2^o L'application d'un lambeau pédiculé sur une région plus ou moins éloignée (greffe à l'italienne, greffe en deux temps) comporte de grandes différences avec l'application d'un fragment complètement séparé de l'organisme (greffe en un temps). Dans le premier cas, en effet, il n'y a pas interruption de la circulation dans le transplant : on sectionne son pédicule et les vaisseaux qu'il contient, seulement lorsqu'une circulation de suppléance s'est établie. Dans la greffe en un temps, au contraire, il y a de toute nécessité une phase initiale pendant laquelle le transplant ne peut se nourrir que par imbibition.

Les recherches modernes sur les sutures vasculaires ont permis d'établir une nouvelle série de greffes que BERT ne pouvait soupçonner : ce sont les transplantations d'organes suivies de l'anastomose immédiate de leurs vaisseaux au système circulatoire de l'animal récepteur. Au point de vue opératoire, il s'agit d'une greffe en un temps ; au point de vue physiologique, tout se passe comme dans la greffe en deux temps : la circulation n'est pas interrompue dans le transplant, ou, du moins, elle ne l'est que pendant le temps fort court nécessité par l'exécution des sutures.

La suture vasculaire élargit beaucoup le champ de la greffe homoplastique, mais la greffe en un temps sans anastomose

(1) Dr ELIAS, la Transplantation des tissus, Th. Paris, 1899.

des vaisseaux reste la *greffe type* en ce sens qu'elle apparaît comme la propriété des organes ou des tissus possédant au maximum l'aptitude à se greffer.

Cette greffe type embrasse un très grand nombre de faits, en raison de la nature variable du transplant.

Nous ne ferons que signaler les cas où celui-ci est constitué par une seule cellule (protozoaires, microbes, levures, etc.). La greffe, en pareil cas, se confond avec les phénomènes d'*infection*.

Lorsque le transplant est constitué par un organisme pluricellulaire complet (métazoaire), on rentre dans la catégorie des faits dits de *parasitisme*.

Seule la greffe en un temps d'un tissu ou d'un ensemble de tissus retiendra notre attention. Dans cette catégorie en effet rentrent les cas que nous avons étudiés (greffe de cartilage seul, greffe de cartilage doublé d'os, greffe de synoviale seule ou associée au cartilage). Ce sont ces faits que nous devons définir.

Un tissu doit être considéré comme greffé lorsque, complètement séparé de son lieu d'origine, puis incorporé dans un organisme vivant, il continue à posséder les propriétés vitales fondamentales qu'il avait avant d'être transplanté.

Ces propriétés ont besoin d'être rappelées.

En premier lieu, tout tissu constitue un agrégat d'éléments anatomiques. Il faut que cet agrégat persiste dans le transplant ; si les cellules se désagrègent et se disséminent dans l'organisme, on rentre dans une catégorie de faits qui rappellent la diffusion des microbes, ou mieux la dissémination des éléments des tumeurs malignes et qui se rattachent à la greffe monocellulaire.

Il faut, en second lieu, que chaque élément anatomique, considéré isolément, conserve ses réactions vitales, son pouvoir de nutritivité et la faculté qui en résulte de se multiplier

par karyokinèse; des cellules qui ne se divisent pas sont en effet des cellules mortes ou bien des cellules en état de vie ralentie. Dans le même ordre d'idées, il faut aussi que soient conservées les réactions histo-chimiques spéciales au tissu considéré et qui renseignent avec plus ou moins de netteté sur le degré de vie, de santé, pourrait-on dire, du protoplasma.

* * *

Toutes les propriétés que nous venons de rappeler ne peuvent être mises en évidence que par les examens microscopiques. Lorsque la fonction physiologique du tissu transplanté est facile à constater, elle permet de juger la question par voie indirecte. Ainsi, le fait que, dans l'expérience classique d'OLLIER, le périoste du tibia du lapin, transplanté sous la peau du front, fabrique de l'os, suffit à prouver l'aptitude du périoste à la greffe.

L'étude histologique des transplants est indispensable, pour séparer les faits de greffe, des phénomènes de tolérance aseptique. Depuis que le rôle des microorganismes est connu, nous savons qu'il est possible d'inclure dans un tissu vivant un corps étranger quelconque sous la condition qu'il soit aseptique. Lorsque ce corps étranger est constitué par un tissu ou un organe déposé vivant au sein du parenchyme de l'animal récepteur, il est quelquefois très difficile de caractériser la nature exacte des phénomènes consécutifs.

L'histoire de la transplantation du tissu osseux nous montre bien à quelles difficultés d'interprétation on peut se heurter.

Jusqu'en 1890, la survie d'un os transplanté était généralement admise. C'est ainsi que MERREM et WALTHER, chez des chiens et chez des chats, étaient parvenus à faire reprendre des couronnes d'os crâniens enlevées par le trépan. FLOURENS a eu les mêmes succès chez les cochons d'Inde.

OLLIER, après tous ces auteurs, a cru que la rondelle crânienne détachée par le trépan et réimplantée continuait à vivre.

Il n'en est rien. BARTH (de Marburg) (1) et plus récemment CORNIL et COUDRAY (2) ont montré qu'une rondelle crânienne *d'os vivant* détachée par le trépan et immédiatement réimplantée est peu à peu résorbée et au bout de 3 à 4 mois remplacée par un tissu osseux entièrement nouveau, présentant un système complet de vaisseaux.

* * *

Avant de rapporter nos expériences, nous rappellerons des conclusions de divers auteurs qui se sont occupés de la transplantation du cartilage.

Nous n'avons trouvé aucun travail traitant de la greffe du cartilage telle que nous l'avons envisagée, c'est-à-dire *greffe sur des extrémités osseuses à l'intérieur même des articulations*. Mais, par contre, il existe de nombreux mémoires étudiant la transplantation des diverses sortes de cartilages dans les endroits les plus variés : tissu cellulaire sous-cutané, péritoine, chambre antérieure de l'œil, etc.

A Paul BERT appartient, croyons-nous, la première expérience de greffe de cartilage. Dans les pattes de rat greffées par P. BERT le cartilage de conjugaison, non seulement continue à former de l'os nouveau, comme l'indique l'augmentation de volume du squelette de la patte, mais encore tout le cartilage se transforme en os et l'épiphyse se soude à la diaphyse, chose qui n'existe pas chez le rat à l'état normal.

(1) BARTH, Sur la vitalité des morceaux d'os replantés (*Arch. f. klin. Chir.*, 97, 471-477).

(2) CORNIL et COUDRAY, Réimplantation de la rondelle crânienne chez le chien et le lapin (*Arch. de Méd. exp. et d'Anat. path.*, septembre 1902).

ZAHN (1), sur le lapin, a implanté des fragments de cartilage hyalin *adulte* provenant de artilages costaux, dans le tissu cellulaire sous-cutané, sous la conjonctive, dans la chambre antérieure de l'œil, dans la glande sous-maxillaire, dans les reins, le testicule, l'appareil vasculaire. Résultat constant : le cartilage implanté n'augmente jamais de volume, les éléments cellulaires subissent la dégénérescence graisseuse.

Quelques années plus tard (2), ZAHN, dans les mêmes conditions où il avait implanté du cartilage adulte implante, du cartilage *fœtal*, c'est-à-dire constitué par des cellules petites, très rapprochées les unes des autres, séparées seulement par des minces cloisons de substance fondamentale. Le résultat fut tout différent : le cartilage embryonnaire s'accroît, et cela d'autant plus que la région est plus vasculaire.

LEOPOLD (3) a obtenu des résultats identiques. Après l'implantation de cartilage épiphysaire dans la cavité abdominale, il a constaté la prolifération des cellules cartilagineuses ; des phénomènes d'accroissement puis quelquefois de l'ossification consécutive. Dans quelques cas, le cartilage fœtal a constitué des tumeurs assez volumineuses ; des tumeurs secondaires se sont en outre développées à distance.

Le cartilage adulte transplanté se résorbe rapidement.

FISCHER (4) constate que le cartilage costal transplanté sans périchondre dégénère dans la région centrale ; la substance fondamentale se fissure et, au bout de 7 à 8 semaines, le cartilage transplanté se vascularise. Le cartilage transplanté avec périchondre continue à vivre. FISCHER ayant implanté du cartilage humain à périchondre prélevé douze heures après la

(1) ZAHN, Sur le sort des tissus implantés dans l'organisme (*Cong. de Méd. int. de Genève*, 1877).

(2) ZAHN, *Virchow's Archiv.* 95 Bd. 1884.

(3) LEOPOLD, *Virchow's Archiv.* 85 Bd. 1881.

(4) FISCHER, *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie.* 17 Bd.

mort a constaté une prolifération des cellules cartilagineuses. HELFERICH (1) transpose le cartilage interdiaphyso-épiphysaire du lapin : il constate que la plus grande partie de ce cartilage disparaît, bien qu'on puisse voir des phénomènes de mitose à la périphérie, sous le périchondre et dans le cartilage à colonnes. Au centre du cartilage on observe des phénomènes de dégénérescence des cellules et de la chondrine. Le cartilage qui survit s'ossifie ensuite de la périphérie au centre.

OLLIER (2) constate que le tissu cartilagineux dépouillé de son périchondre ne se greffe pas. Le cartilage de conjugaison du radius des lapins découpé en une rondelle entourée de son périchondre et transplanté sous la peau de l'aîne se greffe et s'ossifie. Mais ses cellules ne prolifèrent pas comme dans le développement normal de l'os. Le cartilage en s'ossifiant reste stationnaire et même diminue de volume. Chez de très jeunes chiens et de très jeunes poulets, diverses portions de cartilage transplantées ont été résorbées rapidement. Quant aux cartilages diarthrodiaux, ils subissent avec plus ou moins de rapidité la dégénérescence granulo-graisseuse ; ils ne se greffent pas. Quelque jeune que soit l'animal en expérience, les cellules cartilagineuses perdent leurs propriétés végétatives par la transplantation.

TIZZONI (3) observe, comme OLLIER, la dégénérescence des cartilages articulaires transplantés. Le résultat est le même par transplantation sous la peau et dans les cavités sereuses. L'auteur en conclut que seule la synovie peut nourrir le cartilage.

SEGGEI est l'auteur d'un important mémoire sur la ques-

(1) HELFERICH, *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie*, I. Bd. 5-6 Heft.

(2) OLLIER, Tr. expérimental et cliniq. de la régénération des os. Tome I, p. 167.

(3) TIZZONI, *Archivio per la scienz. med.*, 1878, pp. 1-99.

tion (1). Il a prélevé aseptiquement des fragments de cartilage sur la trochlée fémorale du lapin et les a transportés dans la cavité abdominale. Ces fragments s'implantent en divers points du péritoine ; quelquefois ils restent libres dans la cavité séreuse.

Les examens histologiques ont été pratiqués à partir de la 6^e heure jusqu'au 80^e jour. Dans les premiers jours il se produit des phénomènes de régression par invasion leucocytaire. La lame d'os transplantée en même temps que le cartilage meurt dès les premiers jours. Au 14^e jour, on voit des anses vasculaires se diriger vers le cartilage et le pénétrer peu à peu. Ces vaisseaux sont accompagnés par des cellules (ostéoblastes) qui sécrètent de l'os nouveau, en utilisant les débris de la partie d'os, adhérente à la base du cartilage et transplantée en même temps que lui.

Le cartilage est peu à peu transformé en os ; au 80^e jour l'ossification n'est pas encore complète. SEGCEL n'a pas étudié la destinée ultérieure de ce fragment ossifié.

Le processus est le même, quel que soit le point de transplantation (épiploon, intestin, paroi pariétale).

Pour SEGCEL la pénétration des anses vasculaires n'est pas due à un phénomène de résorption, mais bien à un phénomène de néo-formation osseuse véritable.

SEGCEL a transplanté, dans la cavité abdominale, du cartilage articulaire mis préalablement dans un petit sac de collodion. Le cartilage se nourrissait par la seule osmose et les actions cellulaires étaient écartées. A partir du 6^e jour, le cartilage meurt rapidement sans présenter jamais de phénomènes de mitose. La lymphe du péritoine pénétrant la paroi du sac de collodion est donc insuffisante pour faire vivre le cartilage.

(1) SEGCEL, Contrib. expér. à l'anat. et à la path. des cartil. des jointures (*Deutsche Zeitschr. f. Chir.* Leipzig, 1904, LXXV-326-357, Id., 453-466).

ZOPPI (1), sur deux lapins, a réséqué en bloc le cartilage de conjugaison supérieur du tibia avec son périchondre et a fait l'échange des deux cartilages. Il a constaté en pareil cas que les cartilages se soudent parfaitement, qu'ils continuent à fonctionner et à pourvoir à l'allongement du tibia. Ces deux cartilages sont donc interchangeables.

Encouragé par ce premier résultat, ZOPPI a tenté des greffes hétéroplastiques : il a greffé à des lapins le cartilage interépiphysaire provenant d'un petit chien nourrisson. Toutes ces greffes ont eu un résultat négatif.

L'auteur a enfin transplanté du cartilage articulaire d'encroûtement à la place du cartilage interépiphysaire : le cartilage articulaire se soude et finit par s'ossifier.

CORNIL et COUDRAY, dans leur étude (2) sur les corps étrangers articulaires, ont réalisé fortuitement la greffe cartilagineuse telle que nous l'avons étudiée. Dans une de leurs expériences, un fragment de 1^{cm} de haut sur 4 à 5^{mm} de large comprenant cartilage et os avait été détaché du condyle externe ; puis un autre corps étranger de même hauteur, mais plus large que le précédent, avait été pris sur le condyle interne. Le fragment détaché du condyle externe s'était logé dans la perte de substance du condyle interne au niveau duquel il s'était greffé.

L'examen histologique a été fait au bout de 8 jours. Il existe une couche d'os nouveau établissant une véritable soudure entre la face osseuse du condyle externe et le corps étranger articulaire. Une zone de mortification relativement très restreinte existe dans l'os sus et sous-jacent à la cicatrice.

Le cartilage est hyalin, sans tissu fibreux, mais présente des indices d'irritation. A sa surface on trouve des cellules

(1) ZOPPI. Com. Acad. royal de Médecine de Turin, 6 juillet 1900.

(2) *Revue de chirurgie*, avril 1905.

tantôt plates, tantôt arrondies et volumineuses; un bon nombre de ces cellules superficielles sont en voie de multiplication. Dans la couche moyenne, les capsules sont allongées dans le sens perpendiculaire à la surface et contiennent aussi plusieurs capsules filles. La couche profonde du cartilage est normale, plus colorée par l'hématoxyline.

Cette observation, concluent les auteurs, est intéressante au point de vue de la greffe osseuse dont elle montre la première phase histologique.

TUFFIER a communiqué à la Société de chirurgie (1) une remarquable opération dans laquelle se trouve en germe la méthode que nous avons en vue pour le traitement des ankyloses. Il a montré comment, « dans les résections de la tête humérale pour traumatisme, on pouvait conserver le cartilage articulaire et une partie de l'os sous-jacent. Ce fragment ostéo-cartilagineux est adapté et suturé à l'extrémité sectionnée de la diaphyse. On obtient ainsi une surface lisse qui permet une mobilité plus grande et plus rapidement acquise dans la néarthrose. Il a donné à son procédé le nom de résection chondroplastique ».

(1) *Bull. et Mém. de la Soc. chir.*, tome XXVII, n° 16, 7 mai 1901.

CHAPITRE III

Recherches expérimentales sur la réimplantation des cartilages articulaires

Sommaire. — I. Notions préliminaires sur la nutrition des cartilages diarthrodiaux. — Corps étrangers articulaires.

II. Technique générale des expériences. — Nombre des expériences; leur durée; — Nature générale des expériences : abrasion par fixation; — Moyens d'abrasion (scies, bistouris, ciseaux plats); — Moyens de fixation (sutures, clous, vis); — Règles d'asepsie : opéré, opérateur; — Définition des suites opératoires aseptiques; — Des divers pansements. Infection secondaire. — Choix d'une articulation.

III. Relation des expériences; — A) Greffe de la trochlée ostéo-cartilagineuse par réimplantation immédiate; — B) Greffe cartilagineuse pure et greffe ostéo-cartilagineuse; — C) Influence de l'individu. Greffe par échange de la trochlée entre 2 lapins de même portée; — D) Influence de l'âge. Echange de la trochlée entre deux lapins d'âge différent; — E) Influence de la durée de séparation du fragment ostéo-cartilagineux; — F) Greffes cartilagineuses étendues; — G) Greffe cartilagineuse totale du genou.

I. — NUTRITION DES CARTILAGES DIARTHRODIAUX

Comme préliminaire à nos expériences, il est utile de rappeler les notions classiques sur la nutrition des cartilages diarthrodiaux.

Les cartilages articulaires sont dépourvus de vaisseaux. Mais cette notion n'est vraie que pour l'animal adulte. Chez les animaux jeunes, il existe quelques vaisseaux dans la couche profonde du cartilage.

CORNIL et COUDRAY ont rencontré des vaisseaux dans le car-

tilage articulaire fémoral d'un chien de sept semaines. Nous-même avec M. Retterer nous avons constaté la présence de quelques vaisseaux à la limite de l'os condylien fémoral et du cartilage d'un chien de 10 à 12 mois.

Chez l'animal adulte, toute connection vasculaire entre l'os et le cartilage sus-jacent disparaît. Ce dernier ne peut se nourrir que par osmose.

D'où provient le liquide d'imbibition? D'après CORNIL et RANVIER (1), « les sucs nutritifs viennent très probablement du liquide qui baigne les surfaces articulaires et qui est exhalé par les vaisseaux de la synoviale ». Les mêmes auteurs ajoutent (2) : « Le liquide nutritif des cartilages ne provient pas des vaisseaux de l'os parce que la couche calcifiée s'y oppose. » La couche calcifiée (encore appelée couche d'os sous-chondral) est une couche dépourvue de vaisseaux qui existe entre l'os et le cartilage.

Expérimentalement TIZZONI, SEGGER, à la suite de leurs recherches sur la transplantation que nous avons résumées au chapitre précédent, sont arrivés à une commune conclusion : « seule la synovie peut nourrir le cartilage. »

Que la synovie soit nécessaire à la nutrition du cartilage, le fait paraît bien établi, mais cet exsudat est-il suffisant pour assurer la vitalité indéfinie du tissu cartilagineux diarthrodial ? Les documents sont nombreux à cet égard, mais un peu contradictoires. On les rencontre dans les travaux ayant trait *aux corps étrangers articulaires*. On sait qu'à la suite d'un traumatisme articulaire une parcelle de cartilage peut se détacher complètement de son épiphyse et devenir libre dans la cavité synoviale, en constituant ce qu'on appelle un *arthrophyte*. S'il est vrai que la synovie puisse suffire à la nutrition

(1) Tr. d'histologie norm. et path., 2^e éd., p. 451.

(2) Tr. d'histologie norm. et path., 2^e édit., p. 458.

du cartilage articulaire, l'arthrophyte doit pouvoir persister indéfiniment. Cliniquement, en effet, on observe des corps étrangers cartilagineux, persistant dans une jointure pendant plusieurs années. Mais l'accord n'est pas fait sur le degré de vitalité des éléments entrant dans la constitution de l'arthrophyte.

VIRCHOW, SCHEDE, POULET et VAILLARD (1) accordent à l'arthrophyte libre une grande vitalité se traduisant par la multiplication des éléments cellulaires, BARTH (2) a observé des proliférations cartilagineuses dans un cartilage libre dans la synoviale depuis plus de 5 ans.

SCHMIEDEN (3), dans un important mémoire consacré aux corps étrangers articulaires, conclut également à la survie prolongée des fragments cartilagineux devenus libres dans la cavité.

CORNIL et COUDRAY, par contre, ont bien vu que le cartilage reste sain pendant fort longtemps dans les corps libres, mais ils n'ont pas vu la prolifération des cellules ; ils ont constaté un état fibroïde de la substance fondamentale témoignant d'après ces auteurs d'une régression évidente.

II. — TECHNIQUE GÉNÉRALE DES EXPÉRIENCES

Nos expériences sont au nombre de 23, mais nous devons en éliminer 7 pour lesquelles le processus n'a pas été aseptique. Elles se sont prolongées de juin 1906 à mai 1908.

Les expériences pour être concluantes doivent être de longue durée. Nous avons pensé au début de nos recherches que le cartilage, étant un tissu avasculaire, ses réactions étaient fort lentes et qu'il serait nécessaire de laisser chaque

(1) POULET et VAILLARD, *Arch. de physiologie*, 3^e série.

(2) BARTH, *Arch. Langenbeck*, 1898, t. V., p. 266.

(3) SCHMIEDEN, *Arch. f. klin. Chir. Berlin*, 1900, LXII, p. 542.

expérience durer pendant plusieurs années. Mais nous nous sommes aperçu, dans la suite, que les modifications histologiques se produisent assez rapidement : au bout de deux mois il y a déjà des différences histologiques manifestes entre un cartilage réellement greffé et un cartilage en état de simple tolérance aseptique.

Un grand nombre de nos expériences ont consisté à séparer le cartilage articulaire sous forme d'une lame très mince, puis à le réappliquer soit à la même place dans la même articulation, soit dans l'articulation homologue d'un animal de même espèce ou bien d'espèce différente. Ces opérations sont d'une exécution assez délicate, aussi croyons-nous utile de dire quelques mots de l'instrumentation que nous avons utilisée.

Instrumentation. — Pour réséquer temporairement la trochlée cartilagineuse chez le chien ou le lapin on peut se servir soit d'un très mince ciseau plat, soit même d'un bistouri chez les animaux très jeunes. En pareil cas, le cartilage est très épais, peu consistant et se laisse découper facilement à sa limite avec l'os. Si l'on opère sur des animaux adultes, la dureté de l'os et du cartilage s'accroît notablement et l'on est obligé de se servir de scies très fines (scie de bijoutier). Lorsqu'il s'agit de séparer de l'os une surface cartilagineuse complexe, arrondie, telle que la surface articulaire du fémur dans sa totalité (fig. 4 et 5), la scie-fil de Gigli devient l'instrument de choix. On peut encore se servir d'une très mince scie à chantourner.

Pour fixer à nouveau les fragments cartilagineux détachés nous avons employé plusieurs procédés. Au début, nous avons eu recours à des sutures soit au crin de Florence soit au catgut.

Nous avons pu réaliser ces sutures chez le lapin bien

qu'elles soient délicates en raison de l'exiguïté des parties. Nous nous sommes servi d'un petit foret spécial muni d'un manche ou bien de forets de bijoutier que nous adaptons à un drill. Pour le passage des fils nous utilisons soit un foret à chas central soit un foret à encoche latérale.

Pour faire une suture marginale on est obligé de forer en deux temps : d'abord l'os, puis ensuite le transplant. Si l'on essaie de forer en même temps, par un trajet rectiligne, cartilage et os superposés on obtient des sutures mal placées en ce sens que l'orifice de sortie et l'orifice d'entrée sont trop distants l'un de l'autre.

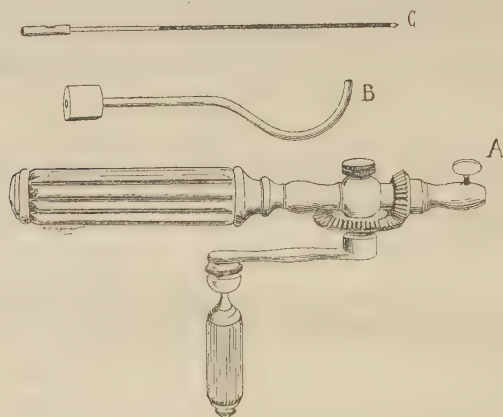


Fig. 2. — Perforateur courbe des os. — A, manche de l'appareil ; B, Tige creuse conductrice ; C, tige perforatrice (la partie ombrée est flexible).

Une perforation courbe faciliterait beaucoup la pose en un temps de sutures marginales. Un tel appareil n'existe pas à notre connaissance dans l'arsenal chirurgical ; nous avons essayé de le réaliser, et sur nos indications la maison Mathieu a construit un perforateur courbe des os (fig. 2).

Cet appareil se compose d'un tube creux comprenant un segment rectiligne et un segment courbe en $1/2$ cercle. Ce tube sert de gaine à une tige qui peut s'y engager à frottement doux.

Cette tige intérieure comprend elle-même deux parties : une partie droite rigide, une partie flexible armée à son extrémité d'un foret.

Grâce au flexible, les mouvements de rotation imprimés à la tige rigide se transmettent au foret et celui-ci perce, en progressant en demi-cercle, à travers des corps solides tels que le bois, le plâtre durci, l'os, etc.

Le perforateur courbe, constitué comme nous venons de le dire, peut être monté soit sur un appareil rotatif à main, tel que celui indiqué sur la fig. 1, soit sur flexible actionné par un moteur électrique. Une grande vitesse est favorable au fonctionnement de l'instrument.

Cet instrument nous a donné d'assez bons résultats pour les forages de gros calibre, 4 ^m/_m. Mais lorsqu'on veut se servir de modèle plus petit, on constate que le flexible n'est pas assez résistant et que la soudure du foret à ce flexible cède fréquemment.

En résumé l'idée de ce perforateur nous paraît juste et pourrait peut-être rendre des services en chirurgie humaine pour les sutures osseuses au fond des plaies. Mais la construction n'est pas au point pour les modèles de petit calibre qui seraient les plus utiles.

Fixation par des clous. — On conçoit facilement qu'une mince plaque de cartilage puisse être fixée à un os sous-jacent par un clou enfoncé perpendiculairement. Ce procédé a pour lui sa simplicité et sa rapidité d'exécution.

Nous avons en premier lieu accordé la préférence aux clous en matière dite résorbable.

Sur la foi des auteurs, et en particulier d'ALBIN LAMBOTTE (1), nous nous sommes adressé à l'aluminium. Nous avons fait fabriquer des petits clous ayant 7 ^m/_m de longueur, 1 ^m/_m de diamètre à la base, et 2 ^m/_m au niveau de la tête.

Ces clous ont un premier gros défaut : leur manque de résistance. La malléabilité de l'aluminium est telle que nos pointes s'infléchissaient sous le moindre coup du petit marteau destiné à les enfoncer.

En second lieu, contrairement aux assertions des auteurs, nous n'avons pas constaté de résorption rapide de l'aluminium.

Un clou a été retrouvé intact dans le genou d'un chien

(1) L'intervention opératoire dans les fractures, page 45.

après un séjour de 3 mois. Il pesait 20 milligrammes à la fin comme au début de l'expérience.

Les clous en ivoire nous ont donné de meilleurs résultats, résistance suffisante et résorbabilité. Nous y avons renoncé en raison de leur prix élevé et surtout en raison des bons résultats fournis par les pointes non résorbables.

Nous avons utilisé tour à tour les fines épingles à laiton connues dans le commerce sous le nom de « camion » et aussi les fines pointes en acier.

Les vis que les horlogers utilisent dans la fabrication des montres nous ont également donné de bons résultats : elles s'arrachent beaucoup moins facilement de leur trajet d'implantation que les pointes lisses en laiton ou en acier.

Autour de ces diverses pointes non résorbables, on voit se développer les phénomènes connus d'ostéite raréfiante et d'ostéite condensante. Cette ostéite peut, chez le lapin, en raison de la minime étendue des surfaces en expérience, vicier complètement le résultat. Aussi vaut-il mieux recourir aux sutures résorbables au catgut.

Chez le chien la surface beaucoup plus grande du champ opératoire permet d'utiliser sans gros inconvénient les pointes métalliques pour fixer les fragments. Mais toutes les fois qu'on le pourra, il faut, ici comme en chirurgie humaine, donner la préférence aux sutures résorbables au catgut.

Règles d'asepsie. — La région opératoire doit être épilée (ce qui est facile chez le lapin au moment de la mue) ou bien rasée très largement. La peau est aseptisée par un savonnage prolongé à l'eau bouillie, suivi d'un nettoyage à l'éther, à l'alcool, puis au sublimé. On augmente les chances d'asepsie en changeant de bistouri une fois la peau incisée.

Nous avons suivi les règles qui tendent à être adoptées par tous les chirurgiens opérant sur les os.

On sait que le tissu osseux se défend mal contre l'infection, d'où la nécessité d'opérer soit avec des mains rigoureusement aseptiques (précaution difficile à réaliser), soit avec des gants de caoutchouc stérilisés par ébullition (ce qui est beaucoup plus sûr).

Dans nos expériences, nous avons donc opéré avec les gants de caoutchouc ou bien nous avons évité de toucher avec nos mains les surfaces osseuses pour nous en tenir au seul contact des instruments avec les os. C'est en prenant ces rigoureuses précautions que l'on obtient des expériences toujours comparables à elles-mêmes.

Les phénomènes de septicité peuvent vicier complètement les résultats. Nous ne parlons pas des phénomènes infectieux francs : il va de soi que si l'articulation opérée suppure, l'expérience est de valeur nulle. Nous voulons parler des infections atténuées qui peuvent produire du côté de l'os ou du cartilage des réactions qui masquent la destinée réelle du fragment transplanté.

Dans nos expériences nous avons admis que les suites opératoires étaient aseptiques lorsque les conditions suivantes se trouvaient remplies :

Absence de fièvre ; réunion *per primam* de la plaie opératoire ;

Absence de suppuration et d'épanchement dans l'articulation opérée (1) ;

Résultat négatif des cultures faites avec le liquide synovial prélevé au moment de la terminaison de l'expérience.

Malgré toutes les précautions d'asepsie que nous avons prises, nous avons eu souvent des succès ; nos opérés ont suppuré dans 1/3 des cas (7 fois sur 22). Nous attribuons ces échecs surtout à l'insuffisance des pansements.

(1) Il existe constamment au niveau des os opérés une réaction traumatique qu'il ne faut pas prendre pour une réaction inflammatoire septique.

Si l'on fait appel à des pansements compliqués avec attelles, gouttières, coton, compresses, bandes, etc., l'animal a vite fait d'arracher tous ces matériaux et de mettre la plaie opératoire à nu. Le pansement simple au collodion est celui auquel nous donnons la préférence.

Très souvent nous avons renoncé à tout pansement : nous nous sommes contenté de faire tenir la cage de l'animal dans le plus grand état de propreté possible. Malgré tout ce que nous avons pu faire nous avons eu assez souvent des cas d'infection secondaire partant de la peau pour gagner la profondeur.

Choix d'une articulation. — Dans toutes nos opérations nous avons choisi le genou, parce que c'est une articulation superficielle, très abordable et possédant des surfaces cartilagineuses très étendues. Chez le lapin, le chien et le chat, la surface cartilagineuse de la trochlée remonte à la face antérieure du fémur, beaucoup plus haut que chez l'homme et a constitué un lieu de prédilection pour nos expériences de greffe.

Anesthésie. — Au début, pour nos premières expériences (faites chez le lapin) nous avons utilisé l'anesthésie au chloroforme. Elle nécessite (tout comme l'anesthésie en chirurgie humaine) la présence d'un aide attentif, expérimenté, uniquement occupé de l'administration de l'anesthésique, sinon on aboutit à des syncopes mortelles. Nous n'avons jamais pu arriver à ranimer les lapins syncopés par les procédés usuels (respiration artificielle, tractions rythmées de la langue).

Chez le chien nous avons eu recours soit à la chloroformisation précédée d'une injection de morphine, soit à l'injection intrapéritonéale d'un mélange de chlorhydrate de morphine et de chloral hydraté. Nous conseillons dans tous les cas d'endormir les animaux, d'abord pour ne pas les faire souffrir,

ensuite pour supprimer les mouvements de défense qui nuiraient à une exécution correcte de l'opération.

III. — RELATION DES EXPÉRIENCES

A. — Greffe de la trochlée ostéo-cartilagineuse par réimplantation immédiate.

Dans notre première expérience, nous avons cherché si le tissu cartilagineux est susceptible de se greffer quand on le place dans les conditions les plus favorables : une lame de cartilage diarthrodial abrasée à la surface d'une extrémité articulaire, puis remise immédiatement en place et fixée, est-elle susceptible de se ressouder à l'os et de continuer à vivre ? Si le résultat se montrait négatif, il était inutile de poursuivre nos expériences dans ce sens : le point de départ était faux.

L'expérience, pour avoir une signification, devait être de longue durée : nous avons jugé qu'au bout de *six* mois (qui représentent chez le lapin une notable portion de la vie entière) le fragment transplanté pouvait être considéré comme ne subissant plus aucun changement notable. D'autres expériences (Exp. V, Exp. IX et X) nous ont d'ailleurs permis de voir que, dans les cas de simple tolérance aseptique, les phénomènes de résorption sont déjà très visibles au bout de deux mois. Or, au bout de 6 mois et 9 jours, la trochlée fémorale d'un lapin, séparée à la scie puis réimplantée immédiatement à son lieu d'origine, possédait très sensiblement la même structure que le cartilage du côté non opéré. *Il y avait greffe histologique.*

Voici la relation détaillée de cette première expérience.

EXPÉRIENCE I. — Résection de la trochlée. Reposition immédiate. Greffe ostéo-cartilagineuse.

Le 20 juillet 1906. Lapin de 6 mois. Arthrotomie du genou par une incision latérale externe.

Subluxation de la rotule en dedans de manière à découvrir complètement la trochlée fémorale.

Avec une scie de bijoutier, résection de la trochlée cartilagineuse doublée d'une très mince couche d'os (fig. 3). Ce fragment réséqué est mis dans une compresse stérilisée où il séjourne environ une demi-heure. Il est ensuite remis en place et fixé par 3 points marginaux au crin de Florence, fermeture de l'articulation en 2 plans : plan profond pour reconstituer le muscle et la capsule, plan superficiel pour la peau.

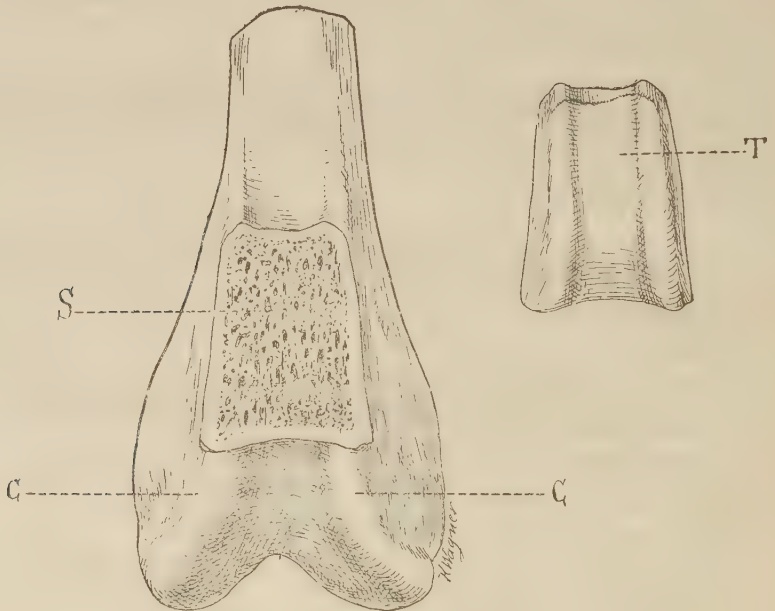


Fig. 3. — Résection de la trochlée cartilagineuse du lapin doublée d'une mince couche d'os (Lapin : 2 fois la grandeur naturelle).

CC, condyles. — S, surface osseuse. — T, trochlée.

SUITES OPÉRATOIRES. — 30 juillet. Réunion parfaite des téguments ; les mouvements de la jointure sont déjà revenus en grande partie.

9 novembre 1906. Santé florissante. Le membre opéré fonctionne aussi bien que celui du côté opposé. La rotule est en place.

29 décembre 1906. Même état satisfaisant.

29 janvier 1907. Le genou opéré continue à offrir un aspect en tous points identique au genou sain. L'expérience dure depuis plus de six mois, exactement depuis 193 jours.

L'animal est sacrifié.

AUTOPSIE. — Genou gauche opéré : la cicatrice est à peine visible ; à l'ouverture l'articulation paraît saine ; elle ne renferme pas de liquide.

La gorge trochléenne est bien conformée et offre un aspect normal : pas de phénomènes d'inflammation ni de résorption, ni rougeur ni ulcération, ni fausse-membrane.

La ligne de suture est à peine visible : ni relief ni rugosité à ce niveau. Les crins de Florence ne sont pas visibles, sauf un sur la lèvre externe de la trochlée, mais il se devine plutôt qu'il ne se voit. Les deux autres points de sutures se sentent par la palpation au niveau des faces périostées, non articulaires des condyles ; au niveau des lèvres trochléennes, ils sont invisibles et doivent être enfouis dans du cartilage de nouvelle formation.

La face cartilagineuse de la rotule est d'aspect normal et sain.

Le tendon jambier qui existe chez le lapin et va s'insérer à la lèvre externe du condyle externe n'a pas tout à fait son aspect normal : il est recouvert par une membrane, prolongement manifeste de la synoviale. Il n'existe aucun phénomène de résorption au niveau de l'insertion de ce tendon.

Le cartilage des condyles offre son aspect habituel. Il en est de même du plateau tibial et de ses ligaments croisés.

L'autopsie du genou sain est faite et nous prélevons des fragments pour l'examen histologique comparatif.

EXAMEN HISTOLOGIQUE (*fait avec M. Basset*). — Fixation à l'alcool à 90° pendant 48 heures. Décalcification à l'acide picrique saturé (1).

Inclusion à la celloïdine ; coloration à l'hématoxyline-éosine.

(1) Avec l'acide picrique saturé, la décalcification des fragments est très longue et peut demander un mois et même davantage. Il vaut mieux employer le liquide de Mayer, dont la formule est la suivante :

Solution aqueuse saturée d'acide picrique.....	100 cc.
Acide nitrique pur.....	2 cc.

ASPECT MICROSCOPIQUE DU CARTILAGE SUTURÉ. — La surface du cartilage dans la gouttière trochléenne est lisse, sans trace d'ulcération ; le cartilage présente très sensiblement la même épaisseur que du côté opposé.

La face superficielle du cartilage présente, comme du côté sain, des cellules plates orientées parallèlement à la surface libre. Ces cellules sont un peu plus nombreuses que du côté sain.

La couche moyenne est normale.

La couche profonde de ce même cartilage présente des cellules désordonnées, un peu plus nombreuses qu'à l'état normal ; on y rencontre également des groupes cellulaires isogéniques axiaux. Les vaisseaux capillaires à la limite de l'os et du cartilage sont plus nombreux que côté sain, mais il n'y a pas *de vaisseaux dans le cartilage*.

Sur les bords de la gouttière trochléenne le cartilage greffé présente un aspect tout à fait normal.

En résumé au bout de 193 jours le cartilage greffé présente, très sensiblement, la même structure que le cartilage sain. Il y a greffe non seulement au point de vue macroscopique mais encore au point de vue histologique.

Aucun phénomène de résorption ne se manifeste : l'absence de vaisseaux, dans l'épaisseur du cartilage greffé, est caractéristique à cet égard.

Cette expérience démontre que le cartilage articulaire séparé complètement de l'os sous-jacent puis remis en place, se greffe et conserve, indéfiniment, semble-t-il, sa structure anatomique et son rôle physiologique.

B. — Greffe cartilagineuse pure et greffe ostéo-cartilagineuse.

Dans notre première expérience, le trait de scie séparant la trochlée avait abrasé, en même temps que le cartilage, une mince couche d'os doublant sa face profonde. Le transplant comprenait donc deux tissus distincts : un tissu avasculaire

laire se nourrissant par imbibition, le cartilage; un tissu vasculaire, l'os. Ainsi constitué ce fragment possède l'aptitude à la greffe. C'est cette expérience que l'on réalise, tout naturellement, en premier lieu, car il est difficile, pour ne pas dire impossible, de faire passer le trait de scie exactement à la limite du cartilage et de l'os.

Nous nous sommes demandé si un fragment purement cartilagineux jouissait de l'aptitude à la greffe, au même titre que le fragment ostéo-cartilagineux de l'expérience I.

Pour obtenir une lame purement cartilagineuse, le procédé le plus simple consiste à râcler avec une lime le fragment ostéo-cartilagineux obtenu ainsi qu'il a été dit à l'expérience I.

EXPÉRIENCE II. — Résection de la trochlée purement cartilagineuse. Reposition immédiate. — *3 juillet 1906.* — Chez un lapin de 6 mois nous faisons l'ablation de la trochlée purement cartilagineuse du genou. Cette mince lame est ensuite remise en place et fixée par 3 points de suture au crin de Florence.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques.

28 juillet 1906. — 25 jours après l'opération, arthrotomie exploratrice.

Le fragment trochléen apparaît avec son aspect normal, surface lisse. Il est intimement adhérent à la surface osseuse sous-jacente. Les crins de Florence sont profondément incrustés dans de la substance cartilagineuse de nouvelle formation.

Nous refermons l'articulation :

Suture de la capsule, puis de la peau en deux plans. L'expérience continue.

9 novembre. — Un examen attentif de l'articulation montre que la rotule est complètement luxée en dedans. Il résulte de cette luxation un certain degré d'impotence fonctionnelle; néanmoins les mouvements de la jointure sont très étendus.

15 décembre 1906. — L'animal est sacrifié : l'expérience a duré 5 mois et 12 jours (166 jours).

EXAMEN MACROSCOPIQUE DE LA PIÈCE. — Synoviale épaissie. Le cartilage suturé est rugueux, irrégulier dans la plus grande partie

de sa surface. Il est creusé par place comme de coups d'épingle. Ailleurs il présente des phénomènes d'érosion plus étendus. Au dessous du fragment réappliqué, le cartilage reprend son aspect normal. L'articulation fémoro-tibiale est saine.

La rotule est luxée en dedans ; sa surface articulaire est dépolie : elle glisse sur le condyle interne dont la surface interne a pris un aspect lisse. La luxation de la rotule a causé un considérable agrandissement de la cavité articulaire en dedans. Au contraire en dehors, au niveau de la face cutanée du condyle externe, suppression de la cavité normale par adhérence de la synoviale au condyle.

EXAMEN HISTOLOGIQUE. — Coupe au niveau de la gouttière trochléenne.

Presque tout le cartilage est nécrosé et cette mortification a dû se produire très hâtivement après l'opération, car les files axiales de cellules sont parfaitement visibles, mais on ne distingue plus ni protoplasma ni noyaux.

Cette nécrose a même atteint le tissu osseux au voisinage du cartilage sur une profondeur à peu près égale à l'épaisseur du cartilage.

A la surface, du côté de l'articulation, on observe des tissus vivants constitués par : 1^o du cartilage hyalin en certains points ; 2^o des tissus de bourgeons charnus. Au point où persiste encore le cartilage hyalin, celui-ci est recouvert par une nappe de tissu conjonctivovasculaire. A noter que, dans certains points, on voit à la face profonde du tissu conjonctivo-vasculaire partir des bourgeons de tissu réticulé constitué par des cellules étoilées et anastomosées, analogues aux cellules conjonctives du tissu muqueux. Ces bourgeons s'enfoncent dans le cartilage nécrosé et pénètrent jusqu'au voisinage du tissu osseux.

(D'après M. BASSER, qui a bien voulu examiner nos préparations, ces bourgeons ne sont pas en réalité constitués par le tissu conjonctivo-vasculaire recouvrant le cartilage et qui se seraient enfoncés dans sa profondeur, mais bien par des cellules cartilagineuses transformées. Ce sont vraisemblablement ces cellules qui ont proliféré ou essaimé et ont produit la fausse-membrane.)

Au niveau de la face cutanée condyle interne sur laquelle, on s'en souvient, glissait la rotule, on constate que le périoste est épaissi et très enflammé.

Cette inflammation s'est propagée jusque dans la profondeur du condyle où on constate de l'ostéite raréfiante.

En résumé, le fragment cartilagineux pur ne s'est pas greffé.

Pendant les premières semaines, il a conservé son aspect macroscopique normal. Au bout de 5 mois, lorsqu'on met fin à l'expérience, il est presque entièrement résorbé.

Le cartilage pur ne se comporte pas toujours ainsi et il y a lieu de se demander si l'arthrotomie exploratrice que nous avons faite 3 semaines après la première opération n'a pas introduit dans l'articulation un élément infectieux très atténué.

L'expérience II n'est donc pas absolument concluante, mais nous avons constaté, par d'autres expériences, la difficulté qu'il y a à greffer le tissu cartilagineux pur.

Dans les fragments ostéo-cartilagineux qui nous servaient de transplants, la région marginale était presque toujours purement cartilagineuse. En pareil cas, seule la région centrale persistait à l'état de greffe, mais la région cartilagineuse, à partir de la 3^e ou 4^e semaine, était recouverte par un prolongement de la synoviale.

Sans dénier absolument au tissu cartilagineux pur la faculté de pouvoir se greffer dans les conditions de l'expérience II, nous croyons que cette aptitude est moindre que pour le tissu cartilagineux doublé d'une mince couche d'os.

* * *

Cette aptitude du cartilage articulaire à la greffe est en rapport, croyons-nous, avec son mode de nutrition par osmose. Ce sont en effet les tissus avasculaires qui fournissent les exemples les mieux caractérisés de greffe animale.

Nous ne ferons que rappeler les transplantations, faciles à réaliser, d'ergot de coq sur la crête des mêmes animaux.

Il existe quelques cas authentiques de transplantation de

la cornée. Mais beaucoup plus importantes dans la pratique chirurgicale sont les greffes épidermiques découvertes par REVERDIN en 1869 et les greffes dermo-épidermiques d'OLLIER-THIERSCH qui en dérivent.

Il est impossible de ne pas remarquer la grande analogie qui existe, au point de vue de l'aptitude à la greffe, entre le tissu épidermique et le tissu cartilagineux. Le transplant dermo-épidermique des greffes d'OLLIER-THIERSCH est comparable au transplant ostéo-cartilagineux. Dans les deux cas, une couche avasculaire, se nourrissant par osmose (épiderme, cartilage,) est doublée d'une couche vasculaire (derme, os) qui lui sert de soutien.

La greffe cartilagineuse pure peut à son tour être assimilée à la greffe épidermique pure dont les travaux de REVERDIN, de Genève, ont montré la réalité.

Il semble bien que, pour le cartilage comme pour l'épiderme, la greffe réussit mieux lorsque le tissu avasculaire est doublé d'une même couche de tissu vasculaire (os, derme). Quoiqu'il en soit, dans les expériences qui vont suivre, nous nous sommes constamment adressé à des lames de cartilage doublé d'une mince couche d'os.

La greffe ostéo-cartilagineuse étant établie par l'expérience I, nous avons étudié l'action d'un certain nombre de facteurs, influence de l'individu — de l'âge — influence du temps pendant lequel le fragment reste hors de la cavité synoviale.

C. — Influence de l'individu.

EXPÉRIENCE III. — Résection de la trochlée ostéo-cartilagineuse chez deux lapins de même portée.

Reposition croisée. Sacrifice des 2 animaux au bout de cinq mois.

La greffe réussit aussi bien en pareil cas que si la reposition avait lieu sur le même animal.

D. — Influence de l'âge.

Les cartilages articulaires présentent de très grandes différences suivant l'âge. Si nous prenons le chien pour exemple (et il en est de même chez le lapin), nous constatons qu'à l'âge de 6 mois le cartilage de la trochlée forme une couche épaisse au niveau de la trochlée (3 à 4 mm.), encore plus épaisse au niveau des lèvres de la poulie (4 à 5 mm.). Ce cartilage est peu consistant, il s'incise avec la plus grande facilité et se résèque avec un simple bistouri. Chez le chien de 2 ans, le cartilage est plus mince, plus dur et, pour être réséqué, demande l'usage du ciseau ou de la scie.

Au point de vue histologique, LEFAS a noté des différences importantes (1).

Chez le chien d'un an, la limite entre l'os et le cartilage articulaire est peu distincte : on voit des bourgeons médullaires d'origine osseuse s'avancer plus ou moins au sein du cartilage, ce qui est l'indice d'une ossification épiphysaire non encore achevée.

Chez le chien de deux ans, la limite est nette entre l'os et le cartilage : on voit seulement persister, un certain temps, quelques capsules cartilagineuses incluses au sein de la partie la plus superficielle de l'épiphyse osseuse.

Les cellules cartilagineuses sont plus nombreuses et montrent des phénomènes de division plus fréquents chez les chiens jeunes que chez les chiens âgés.

(1) LEFAS, Sur la réparation du cartilage articulaire (*Arch. de méd. expérimentale et d'anat. path.*, mai 1902).

CORNIL et COUDRAY (1) ont signalé, chez un chien de sept semaines, la présence de vaisseaux dans le cartilage articulaire du genou.

EXPÉRIENCE IV. 21 juin 1907. — Transplantation du cartilage trochléen d'un lapin de 5 semaines à la place du cartilage trochléen d'un lapin de 6 mois, et vice versa.

9 août, le lapin jeune est sacrifié, le cartilage transplanté est greffé et d'aspect normal.

20 août. Le lapin vieux est sacrifié. La trochlée est entièrement revêtue de cartilage. Le fragment transplanté est légèrement en saillie par rapport aux autres régions de la gouttière. Il ne présente ni ulcération ni signes de résorption.

Le cartilage jeune et le cartilage plus âgé se sont donc montrés, dans cette expérience, interchangeables. Mais le résultat que nous avons obtenu n'est pas susceptible de généralisation pour deux raisons : 1° les animaux ont été sacrifiés au bout d'un laps de temps trop court (49 jours et 60 jours); 2° le lapin le plus âgé (6 mois) ne peut être considéré comme ayant un cartilage à caractères séniles. Il est bien vraisemblable, comme l'avait déjà supposé Paul BERT, que la greffe réussit d'autant mieux que les animaux sont plus jeunes et de ce fait les tissus plus actifs.

E. — Influence de la durée de séparation du fragment ostéo-cartilagineux.

Nous avons constaté que la greffe réussit aussi bien lorsque le fragment reste enveloppé une heure dans une compresse aseptique que lorsque sa reposition est immédiate. Le cartilage continue donc à vivre lorsqu'il est séparé de l'organisme originel. Cette survie doit même être assez longue étant donné

(1) CORNIL et COUDRAY. Réparation des cartilages (*Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, n° 4, juillet-août 1903, page 379).

que le tissu du cartilage présente une structure peu complexe et une nutrition peu intense, par simple osmose. Nous nous sommes demandé si le cartilage conserverait sa vitalité et son aptitude à la greffe, après un séjour prolongé dans un liquide conservateur.

M. Alexis CARREL a pu greffer avec succès à la place d'un segment de l'aorte abdominale d'une grosse chatte un segment de carotide de chien extirpé vingt jours auparavant et conservé dans une solution isotonique de chlorure de sodium à 32-34° degrés Fahrenheit (1).

Cette expérience nous a déterminé à choisir la solution de chlorure de sodium comme liquide conservateur pour le cartilage.

EXPÉRIENCE V. — Transplantation d'un cartilage abrasé huit jours auparavant. — 13 juin 1907. — Je résèque à la scie la trochlée cartilagineuse du genou gauche d'un chien adulte, et je la dépose immédiatement dans un flacon contenant une solution stérilisée d'eau salée isotonique. Le flacon est porté dans la glacière, où il séjourne jusqu'au 19 juin.

19 juin 1907. A un second chien adulte, je fais l'arthrotomie latérale interne du genou gauche. Luxation en dehors de la rotule. Ablation au ciseau et au marteau de la trochlée cartilagineuse.

Sur la surface osseuse dénudée, nous appliquons la trochlée cartilagineuse ayant séjourné pendant une semaine dans le sérum isotonique à 0°. La coaptation est bonne.

La fixation est obtenue par deux pointes en acier que l'on enfonce perpendiculairement aux deux extrémités du fragment cartilagineux transplanté.

Fermeture de l'articulation en deux plans. Pansement au collodion.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques.

28 juin. La patte est en flexion ; l'extension complète est difficile.

12 août 1907. La raideur augmente, l'animal ne s'appuie pas sur sa patte.

(1) C. R. Soc. de biologie, Séance du 26 janvier 1907, tome LXIII, p. 135.

24 octobre. Le genou est de plus en plus raide. Il n'y a cependant pas d'ankylose vraie, mais une grande limitation des mouvements.

25 octobre. L'animal est tué au chloroforme.

AUTOPSIE. — La patte gauche est en flexion complète ; l'extension ne peut dépasser 90°. Quelques craquements.

L'arthrotomie médiane montre que tout l'étage supérieur de l'articulation est supprimé.

Au niveau de la trochlée transplantée, on retrouve les clous ayant servi à la fixation. Ils sont recouverts par une membrane vasculaire épaisse.

Il est impossible de dire sans examen histologique s'il persiste du cartilage à ce niveau, mais on voit que le fragment implanté n'a pu fonctionnellement remplacer le fragment abrasé.

La rotule est luxée en dehors, complètement isolée de la cavité articulaire.

Le cartilage sain reparait au niveau des condyles qui glissent assez librement sur le plateau tibial. Les plateaux tibiaux paraissent sains de même que tout l'étage inférieur de l'articulation.

En résumé, le cartilage articulaire conservé pendant six jours dans l'eau salée isotonique à 0° s'est comporté comme un corps étranger résorbable. Il a perdu la propriété de se greffer que possède le cartilage articulaire frais.

Nous nous garderons d'élever le résultat de cette expérience au rang d'une conclusion d'ordre général.

Il y aurait lieu de renouveler cette expérience de greffe du cartilage conservé, en diminuant la durée du séjour dans l'eau salée isotonique. Il serait également intéressant d'essayer des liquides conservateurs autres que l'eau salée physiologique.

F. — Greffes cartilagineuses étendues.

Nos premières expériences nous avaient prouvé la réalité de la greffe cartilagineuse portant sur une seule région (la trochlée) des cartilages du genou.

Il était évident que ce résultat était applicable à des portions plus étendues de cartilage.

Nous avons tenu néanmoins à vérifier le fait expérimentalement.

EXPÉRIENCE VI. — Résection temporaire de la totalité du revêtement cartilagineux du fémur chez le lapin. Reposition immédiate. Greffe positive.

23 juillet 1906. Sur un lapin adulte, après arthrotomie large du genou et luxation de la rotule en dedans, nous détachons avec la scie de GIGLI le cartilage du fémur doublé d'une mince couche d'os. La capsule et les ligaments (ligament latéral interne) ont pu être respectés au niveau du condyle interne.

A la fin de l'opération, nous obtenons comme une mince volute ostéo-cartilagineuse, libre de toute connection du côté du fémur et tenant encore au tibia par les ligaments croisés.

Nous réappliquons intimement le fragment réséqué sur le fémur par deux points de suture au crin de Florence.

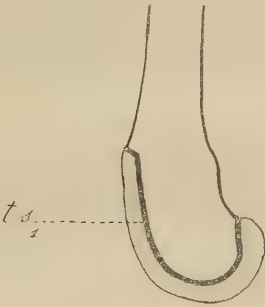


Fig. 4. — Résection chantournante de la totalité du cartilage articulaire fémoral (lapin). ts^1 trait de scie. Vue de Profil.

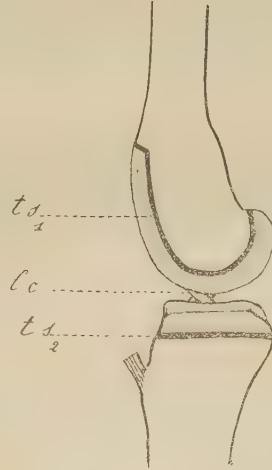


Fig. 5. — Résection en bloc des surfaces cartilagineuses articulaires du genou (Lapin) ts^1 : trait de scie fémoral — ts^2 trait de scie tibial — lc : ligaments croisés maintenant la cohésion des cartilages réséqués.

Fermeture de l'articulation en deux plans au catgut.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques. 30 juillet. La réunion des téguments est complète; l'articulation possède déjà des mouvements.

Pendant les 3 mois qui suivent, l'animal se maintient en très bonne santé, il grossit; la marche est normale ou presque.

Au palper : le genou opéré est un peu plus gros que du côté sain; il y a quelques mouvements de latéralité en dehors. Les mouvements physiologiques ont presque leur amplitude normale : la flexion est complète, l'extension est un peu limitée par la rétraction des muscles postérieurs. Quelques craquements dans les mouvements extrêmes.

26 octobre 1906. L'animal est sacrifié.

AUTOPSIE DU GENOU. — La *synoviale* est épaissie et contient un peu de liquide de couleur brunâtre, hémorragique.

La *rotule* présente sa surface cartilagineuse normale.

La *trochlée fémorale* cartilagineuse est abolie dans toute sa partie supérieure (dans une étendue de 6^{mm}) et remplacée par une surface rugueuse mamelonnée. Dans tout le reste de son étendue, la trochlée est représentée par une surface lisse de cartilage paraissant normal, ayant comme dimension 15^{mm} dans le sens de la longueur jusqu'à l'échancrure intercondylienne, 6 à 8^{mm} dans le sens de la largeur. L'adhérence de ce cartilage est intime avec l'os sous-jacent; l'ancien trait de scie est représenté en dehors par une rainure linéaire à peine visible, en dedans par une encoche rugueuse ayant empiété sur la lèvre de la poulie.

Les deux *condyles* ont conservé leur revêtement cartilagineux. Au niveau du condyle interne ce revêtement cartilagineux offre ses limites naturelles. Au niveau du condyle externe, on observe à la partie postérieure une adhérence assez étendue du condyle à la face profonde de la capsule.

EXAMEN HISTOLOGIQUE. — Il permet de constater l'existence de cartilage sain sur toute la surface de la trochlée et des condyles.

Les cellules cartilagineuses de la couche superficielle paraissent être un peu plus nombreuses que du côté opposé sain.

A son extrémité supérieure, le cartilage trochléen normal a été remplacé par de l'os, ainsi que le montrait d'ailleurs l'aspect macroscopique.

G. — Greffe cartilagineuse totale du genou

Imaginons qu'après avoir détaché par un trait de scie chantournante toute la surface cartilagineuse du fémur, nous faisons la résection du plateau tibial par un trait de scie horizontal passant immédiatement au-dessous des ménisques. Nous obtiendrons de la sorte une masse représentant la totalité des surfaces articulaires du genou, maintenues en contact, dans leur rapport réciproque, par la présence des ligaments croisés.

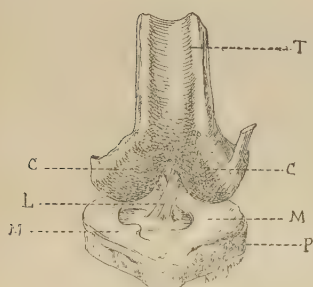


Fig. 6.

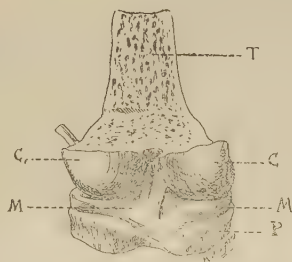


Fig. 7.

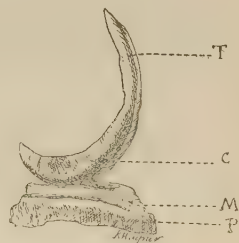


Fig. 8.

Résection en bloc des cartilages du genou, doublés d'une mince couche d'os (Lapin). De gauche à droite : Vue antérieure — vue postérieure — vue latérale.

T, trochlée — CC, condyles fémoraux — MM, cartilages semi-lunaires — P, plateau tibial. — L, ligaments croisés.

Les fig. 6, 7 et 8 permettent de se rendre un compte exact de la constitution de ce bloc réséqué.

Avec cette masse ainsi constituée, nous avons fait deux ordres d'expériences.

1° Nous avons reposé et fixé le bloc cartilagineux sur les extrémités osseuses originelles. Puis nous avons refermé avec soin la cavité synoviale et l'articulation ;

2° Nous avons reposé le bloc cartilagineux provenant du

1^{er} lapin dans l'articulation homologue d'un 2^e lapin de même taille ayant subi au préalable la résection en bloc de ces mêmes cartilages du genou;

3^e Nous avons transplanté le bloc cartilagineux d'un chat chez un chien. (Voy. chap. VI. Greffes hétéroplastiques.)

Avant de donner la relation de nos expériences, nous devons insister sur les difficultés de la décortication cartilagineuse des os et surtout sur la difficulté de la refixation du plateau tibial à son ancienne place. Les difficultés de l'asepsie et surtout l'absence de pansement immobilisant nous ont donné une grosse proportion d'échecs (1 suppuration, 2 expulsions mécaniques presque immédiates des fragments, 1 seul succès sur 4 expériences.)

Dans notre expérience suivie de succès nous avons obtenu la greffe en masse par reposition : de la surface cartilagineuse des condyles fémoraux, du plateau tibial cartilagineux, des fibro-cartilages surmontant ce plateau et enfin des ligaments croisés réunissant les deux surfaces cartilagineuses.

Nous n'avons pu réussir, jusqu'à aujourd'hui, à transplanter la totalité des surfaces articulaires du genou d'un animal (lapin, chien) à la place des surfaces homologues d'un autre animal. Mais nous croyons que cette impossibilité est d'ordre matériel et tient à ce qu'il est très difficile (dans les cages en usage dans les laboratoires actuels) d'immobiliser les membres opérés et de maintenir les pansements aseptiques.

EXPÉRIENCE VII. — Résection totale des cartilages du genou. **Reposition immédiate. Greffe.** — *24 juillet 1906.* — Sur un lapin adulte, je résèque avec la scie de Gigli la totalité du cartilage diarthrodial du fémur : le copeau est très mince en haut et ne comprend que le cartilage.

Avec une scie de bijoutier, je sépare le plateau tibial d'un trait dirigé d'avant en arrière.

L'ensemble de la partie cartilagineuse fémoro-tibiale réséquée est indépendant de tout vaisseau et peut être complètement séparé de l'article. Les ligaments croisés assurent la cohésion des cartilages.

Reposition des cartilages dans leur articulation d'origine.

Suture du cartilage fémoral avec 2 crins de Florence; suture du plateau tibial avec un seul crin.

(Dans toutes nos autres expériences, nous avons remplacé les crins par des pointes ou des vis en métal). Comme l'opération a été longue et laborieuse, 1 h. 1/4, nous attouchons les extrémités articulaires à l'acide phénique à 5 o/o, puis nous refermons l'articulation en deux plans au catgut.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques. — 30 juillet. — La réunion de la peau est accomplie, mais le genou est tuméfié, sans mouvement.

Il paraît exister un certain degré d'arthrite et à ce moment, l'ankylose paraît devoir être l'aboutissant de l'opération.

La suite montre qu'il n'en est rien, mais une forte boiterie subsiste.

2 octobre. — Mort naturelle de l'animal.

AUTOPSIE. — Genu valgum très marqué. La flexion complète est possible, mais l'extension ne dépasse guère 130°. La rotule est luxée sur le côté externe du condyle externe du fémur.

Ouverture de la capsule par une incision médiane.

La cavité articulaire n'existe plus au niveau du cul-de-sac supérieur; la capsule fibreuse, très épaissie, adhère à la région de la trochlée, qui a pris une forme convexe; le cartilage n'existe plus, il est remplacé par de l'os rougeâtre. Dans toute cette région il existe une série de logettes cloisonnées, reliquat probable de l'ancienne cavité articulaire. Donc dans toute la région trochléenne échec de la greffe (cet échec s'explique peut-être par le fait que la trochlée cartilagineuse avait été réséquée seule, sans une mince couche d'os pour la doubler).

Au niveau des condyles fémoraux, le cartilage s'est greffé

Au niveau du plateau tibial, même résultat positif.

Nous donnons à titre de renseignement sur le manuel opératoire, le compte-rendu d'une expérience de résection totale des cartilages, suivie de reposition immédiate.

EXPÉRIENCE VII *bis*. — Résection en masse des cartilages du genou; reposition immédiate. — Echec par suppuration. — 30 août 1907. — Lapin de 2 kg. Anesthésie complète pendant une heure par injection intra-péritonéale de 6^{cc} d'hydrate de chloral additionné de 0^{gr}50 % de chlorhydrate de morphine.

1^o Incision latérale interne de 6^{cm}, genou droit ;

2^o Section du tendon rotulien au niveau du tibia ;

3^o Section du ligament latéral interne et dénudation de la face interne des condyles du fémur et du tibia ;

4^o Id. face interne ;

5^o Ablation du cartilage du fémur à la scie de Gigli ;

6^o Ablation du plateau tibial d'avant en arrière d'un trait de scie de bijoutier ;

7^o Libération au ciseau des attaches postérieures du plateau tibial et des condyles fémoraux ;

A la fin de ces manœuvres on obtient un fragment complètement libre dont la constitution est indiquée (fig. 6) ;

8^o Refixation du plateau tibial ;

Est d'une exécution difficile. On y parvient en fixant provisoirement avec 2 longues pointes à manche qui, enfoncées perpendiculairement au plateau tibial, réalisent une immobilisation provisoire permettant de forer et de placer 2 fines vis de bijoutier pour la fixation définitive ;

9^o Fixation du cartilage fémoral, se fait très simplement par une vis enfoncée dans la gorge trochléenne ;

10^o Stade de réparation ;

Reconstitution par des sutures au catgut fin des ligaments latéraux, du tendon du jambier antérieur (qui chez le lapin remonte s'insérer jusqu'au condyle externe) ; suture du muscle triceps fémoral et de son tendon.

Sutures cutanées.

Pansement au collodion.

SUITES OPÉRATOIRES. — 31 août. — Va très bien. La jambe fait quelques mouvements de flexion et d'extension spontanées.

5 septembre. — Fièvre et amaigrissement ; sous le collodion, suppuration épaisse.

Vaste décollement de la cuisse par phlegmon subaigu. L'animal est sacrifié.

AUTOPSIE. — Le cartilage fémoral est flottant dans le pus. En revanche, le plateau tibial est parfaitement fixé et déjà adhérent à la diaphyse.

CHAPITRE IV

Substitution des cartilages costaux aux cartilages articulaires

Sommaire. — Structure des cartilages costaux — Propriétés physiques. — Transplantation de cartilages costaux dans les opérations de rhinoplastie. — Expériences de transplantation d'un cartilage costal pour réparer une perte de substance du cartilage articulaire : *a*) de dimension plus grande que la lame cartilagineuse costale ; *b*) de même dimension.

En vue d'une application possible de la greffe cartilagineuse à la cure des ankyloses chez l'homme, nous nous étions demandé où il serait possible de prélever la substance cartilagineuse à interposer. On ne peut évidemment songer à réséquer le cartilage d'une articulation saine pour l'interposer dans une articulation malade. Tout au plus pourrait-on profiter du cartilage provenant des opérations d'arthrodèse nécessitées par les articulations ballantes ou des résections nécessitées par les luxations anciennes. Il vaudrait évidemment mieux s'adresser aux singes anthropoïdes. Quant aux greffes hétéroplastiques, leur vitalité n'est pas prouvée.

Les cartilages articulaires ne constituent pas la source unique de cartilage hyalin : chez l'homme, les *cartilages costaux* sont des cartilages hyalins dépourvus de vaisseaux (sauf dans la vieillesse), ayant une structure histologique assez voisine de celle de cartilages articulaires. La plus grosse différence consiste en ce que les cartilages costaux sont nourris par le périchondre, tandis que les cartilages articulaires paraissent l'être par la synoviale.

Nous nous sommes demandé si les cartilages costaux trans-

plantés dans le milieu articulaire pourraient prendre la place des cartilages d'encrouement et accomplir la même fonction physiologique d'organes de glissement.

Au point de vue de la médecine opératoire, nous avons réséqué le 7^e cartilage costal sur un cadavre. Il s'agissait d'une femme de 70 ans : malgré cela le cartilage costal n'avait pas subi d'infiltration calcaire. Il nous fut très facile de débiter le 7^e cartilage en lames minces de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur, et s'étendant d'un bout à l'autre du cartilage.

Ces lames cartilagineuses, souples comme de minces lames d'acier, se moulent très bien sur la surface articulaire du fémur et lui font un revêtement cartilagineux complet. Une fine pointe à chaque extrémité des bandes cartilagineuses suffit pour les maintenir en place.

Il serait donc possible sur le vivant de reconstituer au fémur ankylosé un revêtement cartilagineux articulaire à l'aide du 7^e costal réséqué dans une opération préliminaire à la cure de l'ankylose.

Il y aurait là un procédé en deux temps qui rappelle le procédé de rhinoplastie de Von MANGOLD (4).

On sait que la très grande difficulté des opérations de rhinoplastie consiste à donner, au nez de nouvelle formation, un support solide. Les os transplantés se résorbent, les supports métalliques sont mal tolérés. Von MANGOLD a prouvé qu'un cartilage costal, entouré de son périchondre, fournit au nez nouveau un axe persistant indéfiniment. Chez l'homme, le cartilage, organe avasculaire, peut être transporté loin de sa place sous la peau : il se greffe et continue à vivre indéfiniment.

Il était intéressant de savoir ce que deviennent les cartilages costaux transportés dans une cavité articulaire. Toutes nos expériences à ce sujet ont été faites chez le chien.

(4) Voyez NÉLATON et OMBRÉDANNE, *Rhinoplastie*. Paris, 1907.

Tantôt nous avons procédé avec un seul animal, c'est-à-dire que, dans un premier temps, nous avons réséqué un cartilage costal et que nous l'avons débité en minces tranches que nous avons fixées sur la trochlée fémorale du même animal, après dénudation du cartilage articulaire.

Cette double opération sur le même animal est assez grave. Nous avons eu sur 4 animaux opérés 1 mort par septicémie, un 2^e par pleurésie putride. Il vaut mieux opérer sur 2 chiens. Dans la même séance on résèque un cartilage costal sur ce chien et on transporte ce cartilage découpé en tranches minces sur la trochlée fémorale du second chien.

Les cartilages costaux du chien sont plus résistants que ceux de l'homme et se laissent difficilement séparer en minces lanières à moins que l'on ne s'adresse à un chien de quelques mois.

Nos deux expériences aseptiques ont donné le résultat suivant au point de vue macroscopique.

Les lames de cartilage costal transplantées ont provoqué l'apparition de désordres articulaires considérables.

La cavité articulaire a été plus ou moins cloisonnée et détruite. Ces cloisonnements tenaient à des bourgeonnements émis par la synoviale vers le cartilage costal transplanté. Il nous paraît donc impossible dans une articulation à synoviale saine de reconstituer une surface cartilagineuse lisse en implantant du cartilage costal à la place du cartilage articulaire.

Voici la relation détaillée de nos expériences.

EXPÉRIENCE VIII. — Implantation d'un cartilage costal sur une résection plus vaste du cartilage articulaire. — 9 janvier 1907. — Chien de 7 à 8 mois.

1^o Résection aseptique du 8^e cartilage costal. Nous le dépouillons de son périchondre par dissection au ciseau et raclage au ténotome;

2^o Arthrotomie du genou gauche par incision latérale interne; luxation de la rotule en dehors. Abrasion à la gouge du cartilage de toute

la lèvre interne de la trochlée fémorale sur une surface de environ 8^{mm} de large sur 27^{mm} de long. Application sur cette surface dénudée d'un segment de cartilage costal ayant 4^{mm} de large, 30^{mm} de long, 3^{mm} d'épaisseur. Fixation par une pointe à chaque extrémité. De chaque côté du cartilage costal implanté persiste sur le fémur une légère rigole dépourvue de cartilage. Fermeture de l'articulation en 2 plans.

Nous terminons en réparant la plaie costale.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques. — 18 février. — L'animal ne s'appuie pas sur sa patte, mais des mouvements sont possibles.

22 février. Grande raideur.

14 mars. Ankylose presque complète en flexion.

22 mars. Mort par pneumothorax (au cours d'un prélèvement de cartilage costal pour transplantation dans le genou d'un autre chien).

AUTOPSIE. — Elargissement du genou opéré de 1/3 par rapport au genou droit sain. L'extension complète est impossible. La flexion

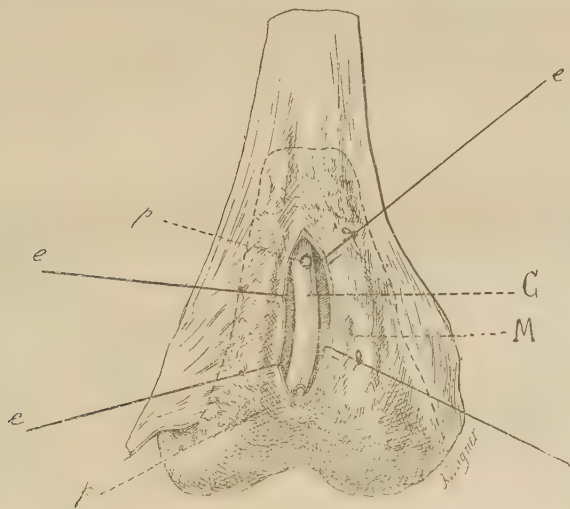


Fig. 9.

C, Cartilage costal transplanté sur une résection de la trochlée cartilagineuse ; pp, pointes de fixation du cartilage.

M, Bourgeonnement membraneux, ayant envahi tout le cartilage articulaire et formant une gaine au cartilage transplanté (cette gaine a été incisée sur la pièce pour montrer le transplant).

ne peut dépasser l'angle droit ; les mouvements ne dépassent pas 45° au total. Gros craquements d'arthrite.

Enorme épaissement (8 à 10^{mm}) des tissus périarticulaire et de la capsule. *Rotule* englobée, amincie ; sa surface cartilagineuse a disparu.

Le *condyle* externe est ulcéré, le condyle interne relativement sain. Le plateau tibial présente également des lésions internes (ulcérations, disparition du cartilage).

La *trochlée* est recouverte d'une membrane d'apparence vasculaire. La lèvre interne de la trochlée est recouverte par une fausse-membrane émanant de la synoviale.

Nous incisons cette membrane et nous découvrons au-dessous une bande blanc nacré qui représente le cartilage transplanté, on voit à ses deux extrémités les pointes d'acier qui ont servi à la fixer (fig. 9).

En présence des lésions, énormes et diffuses, de toute l'articulation nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas eu intervention de germes infectieux.

C'est pourquoi nous avons répété l'expérience.

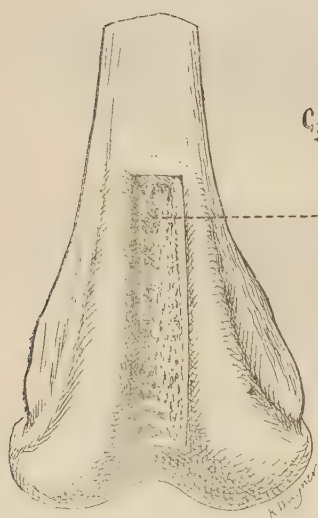


Fig. 10. — Résection quadrangulaire de la gorge de la trochlée (chez le chien).

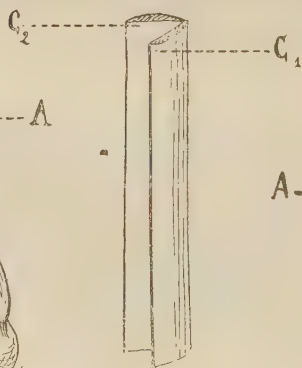


Fig. 11. — 8° cartilage costal fendu longitudinalement en deux lames entr'ouvertes comme un livre.

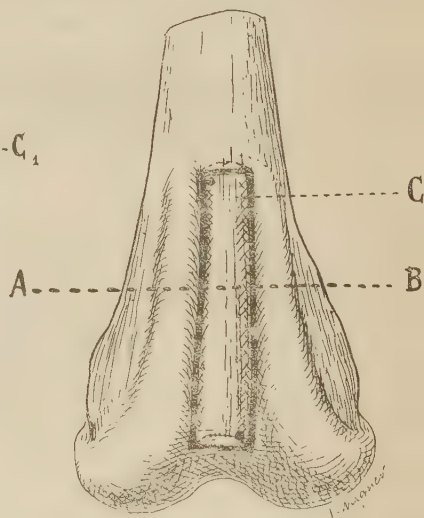


Fig. 12. — Transplantation d'une deux lames de cartilage costal la fig. 11 sur la résection de la chlée.

Nous avons pris soin d'abraser le cartilage articulaire sur une surface juste égale à celle du cartilage costal.

Le processus a été rigoureusement aseptique. La greffe n'a pas eu lieu, le cartilage costal transplanté s'est comporté comme un corps aseptique résorbable, la synoviale a poussé un prolongement dans l'épaisseur de ce cartilage.

EXPÉRIENCE IX. — Implantation d'un cartilage costal sur une résection d'égale étendue du cartilage articulaire. — Chien jeune (6 mois?) — 8 février 1907. 1° Résection du 7^e cartilage costal gauche que nous fendons en 2 moitiés dans le sens longitudinal (fig. 11);

2° Arthrotomie du genou gauche. Résection de tout le fond de la trochlée; conservation des deux lèvres cartilagineuses (fig. 10);

3° Fixation sur cette gouttière dénudée d'une des moitiés du cartilage costal, périchondre contre os. La place du cartilage articulaire est de la sorte exactement comblée (fig. 12 et 13);

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques. — 22 février. Réunion complète.

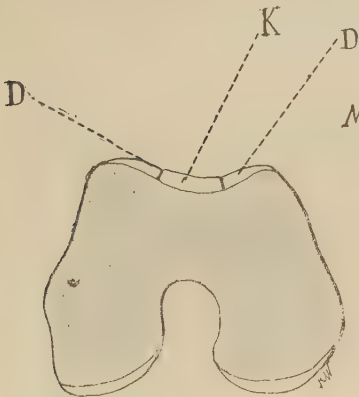


Fig. 13. — Coupe transversale schématisque suivant la ligne AB de la fig. 12 pour montrer la reconstitution après l'opération du revêtement cartilagineux du fémur. — D, Cartilage diarthrodial au niveau des lèvres de la trochlée. — K, Cartilage costal transplanté.

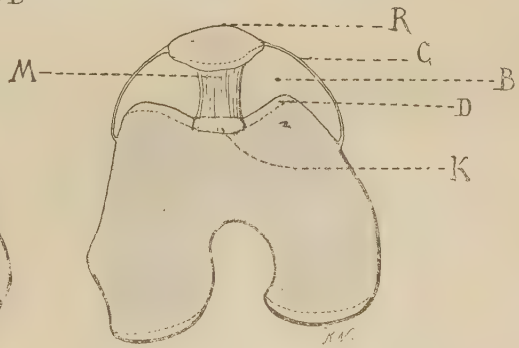


Fig. 14. — La même coupe transversale schématisque à la fin de l'expérience. — M, Cloison sagittale étendue entre la face profonde de la rotule R, et le transplant K. — C. : Synoviale.

14 mars. L'animal s'appuie sur sa patte.

11 avril. Raideur très marquée, presque ankylose du genou.

27 mai 1907. L'animal est sacrifié.

AUTOPSIE. — Les mouvements passifs sont assez étendus, flexion complète des craquements. Extension incomplète.

La rotule est mobile transversalement.

Ouverture de l'articulation par deux incisions latérales, à droite et à gauche de la rotule.

Pas d'arthrite.

La cavité articulaire existe libre dans tout l'étage correspondant à la trochlée; les deux lèvres trochléennes sont saines. Cloisonnement de la cavité articulaire par une membrane étendue de la face profonde de la rotule et du cul-de-sac sous-tricépital vers le cartilage costal transplanté (fig. 14). Cette membrane est lâche et permet les mouvements latéraux de la rotule; du côté du fémur elle pénètre dans le cartilage transplanté.

Tout l'étage inférieur de l'articulation est sain.

CHAPITRE V

Greffes homoplastiques de cartilages articulaires, envisagées dans leurs rapports avec la synoviale.

Sommaire. — I. Greffes des cartilages articulaires en l'absence de synoviale; — A) Réimplantation des cartilages articulaires et synovectomie combinées; — B) Implantation des cartilages articulaires sur les extrémités osseuses dans les foyers de fracture.

II. Greffes combinées du cartilage et de la synoviale: — 1° transplantation sous-cutanée du cartilage inclus dans un manchon de synoviale; 2° transplantation sous-cutanée d'une articulation complète.

I. — GREFFES DES CARTILAGES ARTICULAIRES EN L'ABSENCE DE SYNOVIALE

Les expériences relatées dans le chapitre III concernent toutes des implantations de cartilages, dans le milieu articulaire normal, nous voulons dire dans une articulation non altérée pourvue d'une synoviale saine. Le cartilage articulaire réimplanté retrouvait en pareil cas toutes ses conditions de vie antérieure sauf une : au lieu de faire corps avec l'os sous-jacent, il était simplement plaqué contre lui par des pointes ou des sutures. Nous avons vu que, dans ces circonstances, le cartilage se réunit à l'os et se greffe.

A) Nous nous sommes demandé si cette aptitude à la greffe subsiste lorsqu'on supprime l'action de la synoviale par synovectomie. Chez un chien, nous avons par un trait de scie

séparé toute la trochlée (cartilage doublé d'une mince couche osseuse) de l'os sous-jacent.

Nous l'avons reposée et fixée à sa place initiale tout comme dans notre expérience I. Puis nous avons pratiqué la résection de la synoviale avant de refermer l'articulation plan par plan. La trochlée réimplantée se trouvait donc à la fois privée de sa continuité avec le tissu osseux et privée de la présence du liquide synovial. Par contre, elle retrouvait toutes les conditions mécaniques auxquelles elle était soumise antérieurement : pression, mouvement, glissement rotulien...

La greffe ne se produit pas dans de pareilles conditions ; la cavité articulaire disparaît au niveau de tout le fragment réimplanté. Celui-ci disparaît en tant que cartilage : il se vascularise et s'ossifie.

EXPÉRIENCE X. — Réimplantation de la trochlée cartilagineuse et synovectomie combinée.

14 août 1907. Chien d'environ 1 an. Vigoureux. Genou droit. Incision interne longue de 8^{cm} environ prolongée en dehors en coupant le tendon rotulien au niveau de son insertion tibiale. Résection de la synoviale. Seule la partie la plus reculée de la séreuse, celle qui tapisse la partie postérieure de la capsule, n'est pas détruite (parce que difficilement accessible).

Avec une scie de GIGLI, je sépare toute la trochlée fémorale cartilagineuse doublée d'os. Le fragment réséqué a 3^{mm} d'épaisseur, 35^{mm} de longueur. Fixation et coaptation parfaite à son lieu d'origine avec une seule pointe en acier enfoncée vers son extrémité supérieure.

Reconstitution du tendon rotulien.

Fermeture en deux plans de l'articulation.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques. Dans la suite, l'animal ne s'appuie pas sur sa patte, qu'il tient repliée sous lui. Les mouvements actifs de l'articulation sont nuls ; les mouvements passifs ont leur amplitude normale sans raideur, ni craquement.

30 octobre 1907. Mort au chloroforme. Le fémur au niveau des condyles est élargi de 5^{mm} par rapport au côté opposé. La cavité articulaire a complètement disparu dans tout l'étage supérieur corres-

pendant au fragment réappliqué. Au lieu d'une synoviale et d'une cavité articulaire on trouve une épaisse membrane (5^{mm}) vasculaire, intimement adhérente au fémur sous-jacent et se continuant en haut avec les fibres musculaires.

La *rotule* est englobée dans cette membrane, immobilisée sur le côté externe de l'ancienne gouttière trochléenne; sa face profonde est vaguement cartilagineuse à l'œil nu et paraît être en voie de soudure avec l'os sous-jacent : une infime cavité les sépare.

Le *cartilage réappliqué* adhère intimement à l'os sous-jacent, il est enfoui sous la membrane vasculaire.

La cavité articulaire reparaît très bas, juste au niveau de l'extrémité inférieure du fragment cartilagineux réséqué; elle contient un peu de synovie claire.

Le *cartilage des condyles* offre son aspect normal. Il n'y a pas de signe d'arthrite dans tout cet étage inférieur de l'articulation, qui paraît sain.

Le peloton adipeux du genou qui avait été réséqué en même temps que la synoviale s'est reformé, mais plus dense qu'à l'état normal; les ménisques du tibia sont normaux.

Le tendon rotulien s'est reformé. Les muscles antérieurs de la cuisse sont atrophiés, mais non complètement. Foyer de dégénérescence gélatiniforme (?) du vaste externe au-dessus de l'article.

B) Nous avons essayé de greffer des cartilages articulaires dans les foyers de fracture, sur chacune des extrémités osseuses en présence. Chez le lapin, à la faveur d'une résection minime du fémur, immédiatement au-dessus des condyles et de la cavité articulaire du genou, nous avons interposé des cartilages provenant d'un second lapin.

Dans un cas, nous avons fixé, sur l'extrémité du fragment supérieur, le cartilage fémoral tout entier (fig. 15). Dans une seconde expérience, nous avons interposé et fixé le bloc entier des cartilages du genou, réunis par les ligaments croisés (fig. 16). Les surfaces cartilagineuses ainsi transplantées et suturées respectivement sur les deux fragments osseux retrouvaient des conditions mécaniques très semblables à celles qu'elles subissent dans une articulation. Les

muscles de la cuisse assuraient aux 2 cartilages interposés une pression réciproque énergique et une incessante mobi-

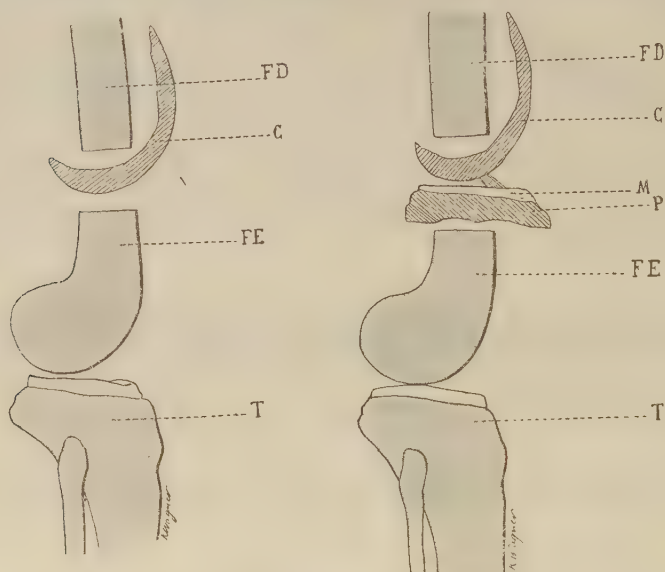


Fig. 15 et 16. — Interposition de cartilages articulaires (de lapin) dans des foyers de fracture chez le lapin.

Fig. 15. — A gauche : Interposition du cartilage fémoral seul (schématique).

Fig. 16. — A droite : Interposition de l'ensemble des cartilages du genou dans le foyer de fracture (schématique).

lité. Seule la présence de la synoviale et de son liquide d'excrétion manquait pour que le cartilage réimplanté se retrouve dans les mêmes conditions que lors d'une reposition intra-articulaire (telle que la réalisent les expériences VI et VII). On pourrait supposer qu'en pareil cas il allait se produire une pseudarthrose et peut-être même se créer une bourse séreuse à ce même niveau.

Il n'en est rien. La fracture se consolide sans autre particularité qu'un peu de retard et une énorme exubérance du cal.

EXPÉRIENCE XI. — Interposition dans le foyer d'une fracture supra-condylienne de fémur d'un lapin, du cartilage fémoral provenant d'un second lapin.

19 août 1907. Lapin de 6 mois.

Incision latérale externe au niveau de l'extrémité inférieure du fémur. Découverte de l'os, section au ciseau.

Je fais saillir le fragment supérieur et, avec une scie de GIGLI, je résèque 1^{er} environ de la diaphyse. Sur cette extrémité réséquée, dont le périoste est plus ou moins déchiré, j'applique le cartilage articulaire inférieur de fémur réséqué quelques minutes auparavant sur un lapin de 5 à 6 semaines. Je fixe solidement ce cartilage par une ligature complexe au catgut n° 2.

Fermeture de la plaie par un surjet aponévrotique et un surjet cutané.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques. — 26 août. Le foyer de fracture est très tuméfié. Il y a de la mobilité.

5 septembre. Le cal est énorme et paraît surtout développé aux dépens du fragment supérieur. La consolidation est bien près d'être complète : il existe seulement quelques mouvements de latéralité.

11 novembre. L'animal est sacrifié. La consolidation est complète : elle s'est faite par un volumineux cal vicieux en crosse d'où font saillie en avant et en dehors 2 petites volutes cartilagineuses d'aspect, représentant vraisemblablement la partie postérieure des condyles du cartilage interposé.

EXPÉRIENCE XII. — Résection en bloc des cartilages du genou d'un 1^{er} lapin. Transport de ces cartilages dans un foyer de fracture sus-condylienne du fémur chez un 2^e lapin.

L'opération est faite le 28 août 1907.

La fixation de chaque cartilage sur l'extrémité osseuse correspondante est difficile, nous l'obtenons assez imparfaitement en combinant des sutures et des ligatures au catgut. Fermeture de la plaie en 2 plans.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques.

La consolidation se fait en 4 semaines ; pas de pseudarthrose.

Le cal est très volumineux. L'animal est sacrifié le 30 novembre. Il existe un énorme cal osseux réunissant les 2 os. Pas trace de bourse séreuse autour de ce cal.

Les trois expériences précédentes aboutissent à la même

conclusion : le cartilage articulaire ne peut se greffer sur les os en l'absence de la membrane synoviale.

Ce résultat est tout à fait conforme à l'opinion de TIZZONI et SEGGER : « seule la synovie peut nourrir le cartilage, »

II. — GREFFES COMBINÉES DU CARTILAGE ET DE LA SYNOVIALE

La synoviale, membrane très mince, est vraisemblablement susceptible de se nourrir par imbibition : c'est une présomption en faveur d'une aptitude à la greffe.

Au point de vue embryologique, elle paraît représenter la continuation de la couche la plus interne du périoste (couche ostéogène), laquelle jouit, au plus haut degré, du pouvoir de continuer à vivre et à fournir de l'os après qu'elle a été transplantée.

Elle est, au point de vue fonctionnel, l'analogue du péritoine dont l'aptitude à la greffe semble bien établie (LOEWY) (1).

Expérimentation. — On pourrait transplanter un lambeau de synoviale dans une région quelconque, tissu cellulaire sous-cutané, tissu musculaire, chambre antérieure de l'œil, cavité péritonéale, etc., puis étudier au bout d'un certain temps la structure du fragment transplanté et la comparer avec la structure de la synoviale *in situ*. Ce procédé, fondé uniquement sur l'histologie, serait peu instructif; il serait surtout d'un emploi très difficile, étant donné que la structure de la membrane synoviale est encore entourée d'obscurité.

Les membranes synoviales sont constituées (2) : 1° par

(1) Méthode des Greffes péritonéales. Thèse de Paris, 1901.

(2) POIRIER, Tr. d'Anatomie humaine, tome I^{er}, p. 548.

une couche externe de tissu conjonctif renfermant de fines fibres élastiques, des vaisseaux et des nerfs ; 2° par une couche interne qui confine immédiatement à la cavité de l'articulation et dont la nature est encore un objet de controverses, sans compter que son existence même a été mise en doute. Les uns prétendent qu'elle est formée par une seule couche de cellules aplaties, juxtaposées par leurs bords comme les éléments d'un endothélium, les autres décrivent un épithélium stratifié comprenant 2, 3, 4 assises de cellules aplaties pourvues d'un noyau arrondi (KOELLIKER). Certains auteurs (HERMANN et TOURNEUX) la considèrent comme étant de nature cartilagineuse : elle serait alors constituée par une substance fondamentale homogène, légèrement granuleuse, englobant dans son épaisseur des cellules cartilagineuses modifiées. Les prolongements des synoviales décrits sous le nom de franges, villosités, offrent la même structure que les autres régions de la synoviale : ils n'ont aucun élément caractéristique.

Pour étudier l'aptitude de la synoviale à la greffe, nous avons eu recours, de préférence, à une méthode indirecte : nous nous sommes demandé ce que devenait, pour le fragment de synoviale transplanté, la fonction en tant qu'organe de sécrétion de la synovie et de nutrition de cartilage.

Dans ce but nous avons imaginé de transplanter, dans le tissu cellulaire sous-cutané, un morceau de cartilage articulaire entouré d'une enveloppe synoviale : si ce sac synovial est susceptible de se greffer, il continue à sécréter de la synovie (tout comme le périoste greffé continue à sécréter de la substance osseuse). Il en résulte que le fragment de cartilage inclus doit pouvoir se nourrir aux dépens de cette synovie. Il doit, sinon survivre indéfiniment, du moins dégénérer plus lentement qu'un cartilage témoin transplanté dans

le tissu cellulaire sous-cutané, *à nu*, sans interposition de synoviale.

Nous avons fait deux expériences pour voir si cette série d'hypothèses était vérifiée.

1^o Dans un cas, nous avons transplanté sous la peau du dos d'un lapin un fragment de cartilage articulaire entouré d'un sac incomplet (simple manchon) de synoviale ;

2^o Dans une autre expérience, c'est l'articulation complète du genou d'un lapin (surfaces cartilagineuses enveloppées dans leur synoviale) que nous avons transplantée sous la peau du dos. Par une dissection préalable, nous avons enlevé la majeure partie des tissus musculaires fibreux et ligamenteux entourant le genou, de manière à mettre la surface externe de la synoviale en contact aussi intime que possible avec le tissu cellulaire sous-cutané.

Dans chacune de ces deux expériences, des fragments de cartilage transplantés *à nu* sous la peau fournissaient des termes de comparaison.

Les résultats furent concordants dans nos deux expériences : le cartilage implanté *à nu* dans le tissu cellulaire sous-cutané subissait une dégénérescence très marquée en deux mois.

Le cartilage inclus dans le manchon synovial présentait des phénomènes d'érosion marquée, à ses deux extrémités débordant le manchon synovial. Par contre, la partie en contact avec la synoviale était moins altérée.

Notre deuxième expérience a été beaucoup plus démonstrative. Le cartilage contenu dans une cavité synoviale close persistait au bout de 63 jours, sans aucune trace de dégénérescence ; pendant ce même laps de temps, le cartilage témoin, transplanté *à nu*, subissait une dégénérescence très prononcée. La conclusion s'impose : la synoviale transplantée en même temps que le cartilage a exercé une action

retardante sur la dégénérescence de ce cartilage : elle lui a procuré une survie.

EXPÉRIENCE XIII. — Transplantation d'un cartilage articulaire entouré d'un manchon synovial provenant d'un premier lapin, sous la peau du dos d'un second lapin.

30 août 1907. A un premier lapin, nous réséquons à la scie de GIGLI, le cartilage de la trochlée fémorale et d'un coup de ciseau nous le divisons en deux moitiés. Dans le même genou nous disséquons un lambeau de synoviale. Nous essayons d'enfermer un de nos deux fragments cartilagineux dans un sac complet formé par ce lambeau synovial. Mais la rétraction de la synoviale est très grande ; après force trituration, nous devons nous contenter de disposer la membrane en couronne autour du fragment trochléen, les deux extrémités du cartilage font saillie hors de ce manchon synovial.

Inclusion de cet ensemble sous la peau du dos d'un deuxième lapin à droite de la ligne médiane. Le deuxième fragment trochléen est inclus à nu sous la peau à gauche de la ligne médiane.

13 septembre 1907. Réunion aseptique des deux incisions cutanées ; gros œdème dur autour de chaque fragment transplanté.

29 octobre. L'animal est sacrifié.

AUTOPSIE. — Cartilage entouré d'une couronne synoviale. La face osseuse du fragment est séparée des tissus environnants par une minime quantité de liquide blanchâtre. La face cartilagineuse adhère intimement au tissu voisin : elle présente un aspect érodé, osseux dans le 1/3 de la surface ; dans tout le reste de son étendue, elle est lisse et d'aspect cartilagineux.

Cartilage transplanté à nu sous la peau. Est entouré par une mince couche de liquide blanc puriforme.

La surface trochléenne cartilagineuse a un aspect grenu et paraît avoir subi entièrement la transformation osseuse. Cet aspect grenu contraste avec l'aspect lisse et chatoyant du cartilage inclus dans le manchon synovial.

L'expérience suivante est, avons-nous dit, beaucoup plus importante.

EXPÉRIENCE XIV. — Transplantation en masse de l'articula-

tion du genou d'un lapin dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un second lapin.

27 novembre 1907. Sur un 1^{er} lapin de 6 mois on résèque :

a) Du côté gauche la totalité des cartilages du genou, en chantournant le fémur. La pièce obtenue offre l'aspect de la figure page 47.

d) Du côté droit, nous avons projeté de réséquer les cartilages tout comme du côté gauche, *mais sans ouvrir la synoviale*. Devant les difficultés de cette opération nous prélevons l'articulation du genou, en bloc par une section perpendiculaire supra-condylienne au niveau du fémur et par une 2^e section également perpendiculaire, passant au-dessous de la tubérosité antérieure du tibia. Nous disséquons ensuite de notre mieux les tissus périarticulaires, de manière à dégager la face externe de la synoviale, tout en évitant d'ouvrir la séreuse.

A un deuxième lapin de même âge, nous faisons une boutonnière à la peau du dos et nous introduisons, dans le tissu cellulaire sous-cutané, à gauche les cartilages à nu, à droite les cartilages entourés de leur séreuse. Nous fermons l'ouverture cutanée par un point au catgut et à travers les téguments nous poussons les deux transplants très en avant vers les membres antérieurs.

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques.

L'animal est sacrifié, le 29 février 1908, au bout de 63 jours.

AUTOPSIE. — 1^o *Cartilages transplantés nus*. Le transplant est enserré dans une gaine de tissu fibreux qui adhère intimement.

La surface cartilagineuse a perdu son aspect lisse et se confond avec le tissu fibreux. Non seulement la face antérieure cartilagineuse, mais encore la face postérieure et les surfaces de section osseuse sont recouvertes par le tissu fibreux; en avant ce tissu pénètre dans l'espace intercondylien, enrobe les ligaments croisés et les ménisques : tous ces organes sont encore distincts par dissection préalable.

La pièce est immobilisée en extension ; cependant on peut fléchir de quelques degrés le cartilage fémoral sur le plateau tibial : ce mouvement est vite arrêté par la gaine fibreuse antérieure.

2^o *Genou transplanté, cartilages pourvus de leur synoviale*.

Une enveloppe fibreuse peu adhérente entoure le transplant. Une fois décortiqué, le transplant apparaît dans un état de conservation qui nous frappe : son aspect est le même qu'au début de l'expérience. Une incision latérale externe tombe dans une cavité articulaire parfait.

tement libre, ayant la même étendue qu'à l'état physiologique, tapissée par une membrane lisse ayant tout à fait l'aspect de la synoviale.

Le cartilage subsiste partout avec son aspect macroscopique normal. Le paquet adipeux du genou, les ligaments croisés, les ménisques sont libres et très distincts.

Les mouvements sont libres pour un angle de 45°.

EXAMEN HISTOLOGIQUE (fait avec M. Retterer).

1° Cartilage transplanté nu.

La *couche superficielle* ne présente plus trace des cellules normales ; elle est complètement transformée en tissu conjonctif fibreux.

La couche moyenne présente des cellules ayant proliféré et ayant perdu leur capsule ; au lieu d'être arrondies, ces cellules ont des prolongements.

La couche profonde est deux fois plus épaisse qu'à l'état normal ; elle est constituée par des cellules cartilagineuses ayant proliféré en série et par de très nombreux vaisseaux.

2° Cartilage transplanté avec sa synoviale. On y reconnaît sans difficulté la disposition normale des cellules en trois couches.

La *couche superficielle* est lisse, non ulcérée, constituée par plusieurs couches de cellules cartilagineuses aplaties. La couche moyenne présente ses cellules arrondies habituelles. La couche profonde est constituée par du cartilage sérié dépourvu de vaisseaux.

Pas de prolifération des cellules cartilagineuses. L'épaisseur du cartilage est un peu diminuée. Ces deux derniers caractères semblent devoir indiquer un début d'atrophie simple du cartilage. Mais nulle trace de dégénérescence.

La conclusion de l'expérience précédente est fort nette : la synoviale transplantée dans la peau en même temps que son cartilage a préservé ce cartilage de la dégénérescence.

Nous nous sommes demandé quelle pouvait être la nature de cette action « préservatrice » exercée par la séreuse sur le cartilage. Deux hypothèses sont possibles. On peut supposer ou bien que la synoviale transplantée exerce sur le cartilage une action de protection mécanique, ou bien qu'elle exerce une action physiologique en assurant la nutrition du cartilage.

La première hypothèse est peu vraisemblable étant donné que la membrane synoviale est perméable et se laisse traverser par les cellules phagocytaires, les ferments cytolitiques, etc...

A supposer même que la synoviale oppose une barrière efficace aux cellules et au plasma venus du dehors, cela ne suffirait pas pour assurer la persistance du cartilage transplanté.

En effet SEGCEL (1), ayant protégé mécaniquement du cartilage transplanté en l'entourant d'un sac de collodion (qui écarte les actions cellulaires et laisse filtrer le plasma), a vu la dégénérescence survenir tout comme dans le cartilage transplanté à nu.

Nous avons cherché à vérifier expérimentalement que la protection exercée sur le cartilage par la synoviale transplantée ne pouvait pas être d'ordre mécanique.

Supposons, pour un instant, que la synoviale agisse sur le cartilage transplanté mécaniquement, c'est-à-dire en tant que membrane d'enveloppe protectrice. Il en résulte que cette membrane doit pouvoir être remplacée, dans ce rôle protecteur, par une membrane animale identique. C'est ainsi qu'un sac de séreuse péritonéale enveloppant le cartilage transplanté doit exercer sur ce transplant la même action protectrice que la séreuse synoviale elle-même.

Telle a été l'idée directrice de l'expérience suivante.

EXPÉRIENCE XV. — Transplantation sous-cutanée d'une articulation munie de synoviale et de son homologue entourée de péritoine.

5 mars 1908. — A un premier lapin adulte nous réséquons en bloc les 2 genoux.

a) D'un côté nous respectons la cavité articulaire, nous contentant de disséquer les aponévroses et muscles péri-articulaires de manière à dégager le plus possible la face externe de la synoviale. Le tendon du triceps et la rotule font partie du transplant qui séjourne dans une

(1) SEGCEL, *loc. cit.*

compresse sèche aseptique pendant 3/4 d'heure avant d'être inclus sous la peau.

b) De l'autre côté, nous abrasons la synoviale et mettons les cartilages à nu ; nous enveloppons ce genou dans un lambeau péritonéal (plus ou moins doublé de tissus fibreux et çà et là de fibres musculaires) que nous avons réséqué sur ce même lapin.

A un *deuxième lapin*, nous faisons sur la ligne médiane dorsale une incision de 3 à 4 centimètres et nous introduisons dans le tissu cellulaire :

A droite de la ligne médiane, l'articulation pourvue de sa synoviale ;

A gauche, l'articulation enveloppée dans un sac péritonéo-aponévrotique.

L'animal est sacrifié au bout de 62 jours.

AUTOPSIE (résumé).— Genou muni de sa synoviale, se trouve exactement dans le même état que dans l'expérience XIV.

Genou entouré du sac péritonéal : même aspect et mêmes lésions histologiques que le genou de l'expérience XIV transplanté directement dans le tissu cellulaire sous-cutané.

En résumé, dans cette dernière expérience, la synoviale a exercé son action conservatrice spéciale sur le cartilage ; l'enveloppe péritonéale n'a exercé, elle, aucune influence de préservation, bien qu'elle réalisât, au point de vue mécanique, la même protection que la synoviale. C'est donc que la synoviale possède quelque chose de plus qui n'est pas une action mécanique. Ce ne peut être qu'une *action vitale* spéciale ; le cartilage persiste parce qu'il trouve, grâce à la synoviale transplantée en même temps, le liquide nutritif indispensable à sa nutrition.

*
* *

L'ensemble organique constitué par les cartilages articulaires enveloppés de leur manchon synovial, transplanté sous la peau, se greffe et continue à vivre au bout de 2 mois.

Cette greffe, nous ne pouvons dire qu'elle persisterait indé-

finiment. Le cartilage transplanté sous la peau ne retrouve pas ses conditions de vie habituelle : une condition essentielle, la présence de la synoviale, est réalisée, d'où survie appréciable. Mais il n'y a pas de connexion avec l'os vivant sous-jacent ; il manque la pression réciproque qui existe à l'état normal ; il manque enfin ces mouvements incessants de glissement l'un sur l'autre qui animent les cartilages dans les articulations normales.

Les récents travaux de RETTERER (1) sur l'influence de l'inactivité sur la structure du cartilage diarthrodial ont bien mis en lumière le rôle de ce stimulant fonctionnel : « Le repos prolongé entraîne l'atrophie des cartilages diarthrodiaux, le nombre des assises cellulaires diminue, la substance fondamentale s'amincit. »... « Le mouvement accroît l'énergie vitale des cellules cartilagineuses et les porte à créer de la substance fondamentale. »

La tendance à l'atrophie du cartilage transplanté avec sa synoviale, dans notre expérience XIV, trouve son explication naturelle dans l'inactivité de l'articulation transplantée.

Nous avons cherché à mettre le transplant articulaire (cartilage et synoviale) dans des conditions plus voisines de l'état physiologique : chez un lapin à la faveur d'une résection sus-condylienne de 1^{cm},50 de diaphyse fémorale, nous avons interposé les cartilages du genou entourés de leur synoviale, provenant d'un second lapin. Les muscles de la cuisse assureraient les mouvements et la pression réciproque. En cas de succès, nous aurions obtenu une articulation surnuméraire au-dessus du genou.

Ce transplant a été expulsé, quelques heures après l'opération, par les mouvements violents de l'animal à son réveil.

Pour que la chirurgie expérimentale des membres prenne

(1) RETTERER, *Soc. de biologie*, 1^{er} février 1908. C.R., tome LXIV, n° 4, p. 156.

l'ampleur désirable, il faudrait une infirmerie spéciale permettant de mettre les animaux opérés dans les mêmes conditions favorables que les malades de nos hôpitaux : il faudrait pouvoir immobiliser les membres opérés et maintenir les pansements aseptiques.

CHAPITRE VI

Greffes cartilagineuses hétéroplastiques.

Sommaire. — Définition de l'hétéroplastie. — Rareté dans la science des faits indiscutables de greffe hétéroplastique : exemples tirés du tissu osseux. — Expériences personnelles.

A) Greffe de la trochlée cartilagineuse d'un chat à la place de la trochlée d'un chien ; B) Essai de remplacement total des surfaces cartilagineuses du genou d'un chien par celles d'un chat.

Hétéroplastie et toxicité des sérums sanguins. — Hypothèse sur la relation entre le pouvoir hémolytique d'un sérum et son pouvoir de résorption des greffes hétéroplastiques. Impossibilité actuelle d'une vaccination antichondrolytique.

La greffe hétéroplastique est celle qui s'adresse à deux animaux d'espèce différente. (Par opposition la greffe homoplastique est celle qui s'effectue entre deux animaux de même espèce ; la greffe autoplastique est celle qui a lieu entre deux régions du même animal.)

Les anciens ouvrages sur la greffe animale relatent d'assez nombreux faits de transplantation hétéroplastique. Les recherches histologiques modernes ont montré que l'immense majorité de ces faits n'étaient que des cas de tolérance aseptique plus ou moins prolongée.

Les documents manquent en ce qui concerne le cartilage ; en revanche, ils sont nombreux en ce qui concerne les greffes osseuses hétéroplastiques.

OLLIER (1) a fait de nombreux échanges d'os entre animaux d'espèces différentes et n'a jamais réussi. L'os transplanté a

(1) OLLIER, Traité de la régénération des os, tome I, p. 427.

résisté plus ou moins longtemps à la résorption, quand il n'a pas été l'occasion d'un abcès immédiat, mais il a toujours fini par disparaître. BERT n'a pas été plus heureux.

LAURENT (1) a vu par l'examen microscopique que la résorption des os transplantés commence immédiatement et est très accentuée.

MOSSÉ (2) a fait de très longues et très minutieuses expériences de greffe osseuse hétéroplastique. Il a transplanté sur le crâne d'un singe une rondelle osseuse enlevée du crâne d'un chien et réciproquement. Les deux rondelles se sont résorbées ; celle de chien partiellement en 10 mois, celle de guenon complètement en 2 ans 1/2. De même en 7 mois une greffe de lapin dans une brèche pariétale de macaque s'est résorbée complètement ; sur le même macaque une greffe de chat au niveau de l'os frontal ne présentait qu'un faible commencement de résorption au bout de 7 mois.

Les observations cliniques — moins encore que les faits expérimentaux — n'ont pu prouver la réalité des greffes hétéroplastiques.

FORGUES (3), pour reconstituer les os du carpe détruit par une tumeur blanche a eu recours, à des fragments de 6 à 8^{mm} de long, 1^{mm} d'épaisseur, empruntés chez un jeune chien au bulbe et au cartilage épiphysaire. Six mois plus tard le creux opératoire était entièrement comblé par une masse ostéo-cartilagineuse, mais ce résultat remarquable ne fut que transitoire : dans la suite, il y eut résorption complète.

DUBAR (de Lille) pense que dans certaines conditions : jeunesse du sujet, petit volume des transplants, la greffe osseuse

(1) LAURENT, Recherches sur la greffe osseuse (*Journal de médecine, chirurgie et pharmacie. Annales de Bruxelles*, 1893).

(2) MOSSÉ. Rech. sur la greffe osseuse hétéroplastique (*Arch. de physiol.*, 1894, p. 753, et 1896, p. 7).

(3) FORGUES, de Montpellier, *Cong. de chir.*, 4 avril 1894.

hétéroplastique est susceptible de vivre et de se développer dans une certaine mesure. L'observation qu'il apporte ne justifie pas suffisamment cette conclusion (1).

RICARD a réparé une perte de substance du frontal consécutive à l'ablation d'un ostéo-sarcome, par une plaque détachée de l'os coxal d'un chien. La greffe paraissait être persistante et solide 5 ans plus tard, au moment de la mort du malade; malheureusement il n'y eut pas d'examen microscopique. Dans un 2^e fait, RICARD a transporté le 4^e métatarsien d'un malade entre la peau et la muqueuse nasale pour une opération de rhinoplastie. Au bout de 10 mois la greffe osseuse s'était complètement résorbée; à sa place existait un épaissement fibreux solide.

BERGER (2) conclut de l'examen des faits de RICARD : « Les greffes osseuses autoplastiques ne présentent pas beaucoup plus de chances de résister que les greffes hétéroplastiques. »

La conclusion de BERGER a besoin d'être complétée par une notion d'ordre plus général : *le tissu osseux ne possède pas l'aptitude à la greffe* (3). (Voyez page 18.) L'autoplastie, l'homoplastie osseuses échouent au même titre que l'hétéroplastie. On ne peut inférer de l'os au cartilage articulaire puisque le tissu cartilagineux, lui, possède l'aptitude à la greffe.

Nous avons fait quelques expériences d'hétéroplastie de cartilage sinon sans conviction, du moins sans grand enthousiasme. Le résultat a été supérieur à notre attente.

Comme sujets nous avons choisi le chien et le chat, mammifères très voisins l'un de l'autre dans la série animale.

Chez un chien nous avons réséqué la trochlée cartilagi-

(1) *Bull. Ac. méd.*, 1897, 3^e série, t. XXXVII, pp. 459-466.

(2) Rapport sur une communication du D^r RICARD intitulée : *Des greffes d'os vivants* (*Bull. Ac. méd.*, 3^e série, t. XL, 1898, p. 146).

(3) Nous parlons de la greffe par transplantation en un temps sans suture des vaisseaux nourriciers de l'os aux vaisseaux de l'animal récepteur.

neuse et nous avons fixé à sa place la trochlée d'un chat. Au bout de 138 jours nous avons trouvé la cavité articulaire normale, le cartilage du chat parfaitement greffé et remplissant son rôle d'organe de glissement pour la rotule.

Voici les détails de cette expérience, dont le résultat nous a intéressé autant qu'il nous a surpris.

EXPÉRIENCE XVI. — Résection de la trochlée cartilagineuse d'un chat. Transplantation à la place de celle d'un chien.

28 novembre 1906. A un chat adulte de grosse taille, je résèque, avec la scie, le cartilage de la trochlée fémorale et du condyle sous forme d'une même lame (doublée, croyons-nous, d'un peu d'os) ayant 25 mm de long, 10 mm de large, 2 à 3 mm d'épaisseur.

A un chien jeune (1 an) je fais, au niveau du genou droit, l'abrasion jusqu'à l'os du cartilage constituant la lèvre externe et le fond de la trochlée.

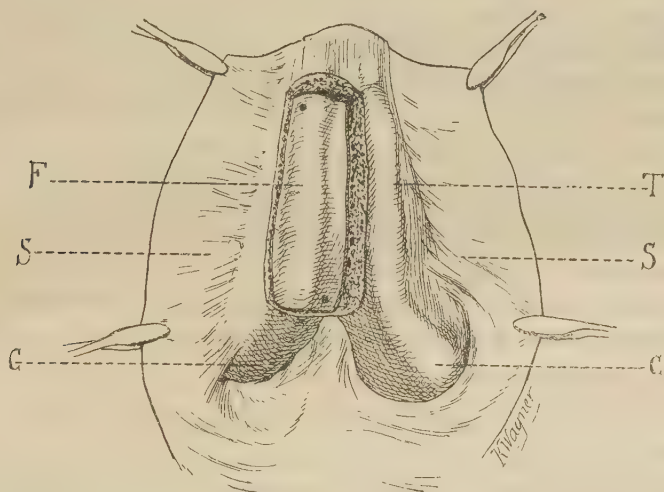


Fig. 17. — Extrémité inférieure articulaire du fémur d'un chien.

C, C, condyles.

S, S, synoviale.

T, lèvre interne de la trochlée.

F, plaque cartilagineuse provenant de la trochlée fémorale d'un chat et recouvrant (incomplètement) la surface cartilagineuse réséquée sur le fémur du chien.

J'applique sur cette dénudation la plaque cartilagineuse provenant du chat. Je fixe avec 2 courtes épingles dites « camion », implantées en diagonale aux deux extrémités du transplant. Je rends l'adhésion intime en donnant quelques légers coups de maillet sur le cartilage du chat dont le rayon est plus petit ; cela a pour résultat de diminuer sa convexité et d'égaliser sa courbure à celle de l'os du chien, et de rendre le contact intime. Par suite de la disproportion des surfaces une zone de 3^{mm} de large environ reste à nu dépourvue de son cartilage et non recouverte par la lame provenant du chat. (Voy. fig. 17.)

SUITES OPÉRATOIRES. — Aseptiques. — *Le 3 décembre*, la réunion est parfaite.

Le 20 décembre. L'animal s'appuie sur sa patte.

Le 7 janvier 1907. Il est vif, alerte et ne présente aucune boiterie. On perçoit quelques craquements au niveau de la trochlée fémorale.

Ce même jour :

DEUXIÈME OPÉRATION sur le même chien.

Nous faisons l'arthrotomie aseptique du genou gauche et nous réséquons le cartilage de la trochlée fémorale suivant la même étendue qu'à droite.

Nous aurons ici le moyen de juger la puissance de réparation du cartilage en dehors de toute plastie. La comparaison des deux genoux nous montrera ce qui revient au fragment hétéroplastique provenant du chat.

SUITES DE LA 2^e OPÉRATION (genou gauche).

Aseptiques. Réaction traumatique très vive. Le fémur s'élargit assez notablement au niveau des condyles.

Février-mars 1907. L'animal s'appuie sur ses deux pattes, mais il existe de la raideur du côté gauche et une certaine limitation de l'extension à droite.

15 avril 1907. L'animal est sacrifié au bout de 138 jours.

AUTOPSIE. — Patte droite (côté de l'hétéroplastie avec le cartilage du chat). Les mouvements passifs sont très étendus et très souples. La flexion est physiologique, l'extension est incomplète de 40°. Il n'y a pas de craquements. La musculature est bonne. La cavité articulaire est libre, de dimensions normales. La région de la trochlée est recouverte de cartilage d'aspect lisse dans la plus grande partie de son étendue ; la rotule saine glisse librement sur cette surface.

La plaque cartilagineuse provenant du chat adhère intimement à l'os : elle se délimite assez facilement à cause des différences de couleur : le cartilage rapporté est blanc, le cartilage du chien est bleuâtre.

A l'extrémité supérieure de la trochlée, il y a continuité parfaite de 2 cartilages en K, sur une hauteur de 8^{mm} plus bas apparaît une mince rigole G de 1^{mm} 5 de largeur, reliquat de la rigole de 3^{mm}. Il y a donc tendance à la réunion complète.

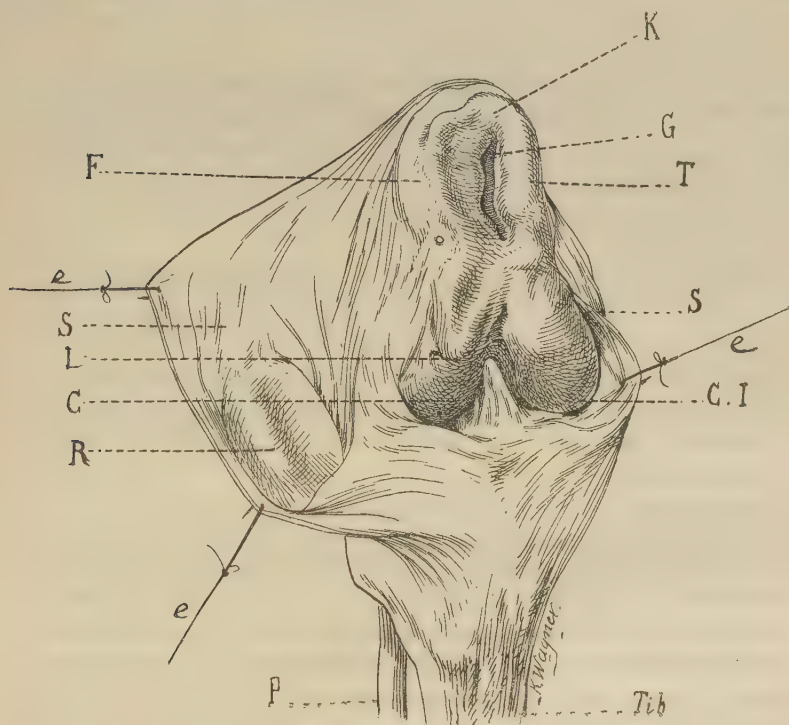


Fig. 18. — La greffe de la figure précédente au bout de quatre mois (128 jours). — G, Reliquat de la rigole qui séparait primitivement le transplant du chat de la lèvre interne T de la trochlée du chien. — K, Extrémité supérieure du cartilage transplanté, en continuité parfaite avec le cartilage du chien. — L, extrémité inférieure du transplant. — S, Synoviale étalée à gauche de la fig. R, Rotule vue par sa face profonde. — P, Péroné. — Tib., Tibia — e, e, e, ériges.

En dehors, la ligne de séparation des 2 cartilages est envahie par un prolongement de la synoviale qui recouvre en grande partie ce qui restait de la lèvre externe de la trochlée du chien. Mais la sur-

face cartilagineuse du chat reste libre, sauf au niveau d'un des clous de fixation où il existe un prolongement synovial.

Au niveau de son extrémité inférieure, la rigole qui séparait le cartilage du chat du cartilage du chien a été en très grande partie comblée. Il subsiste simplement un sillon peu marqué au fond duquel la substance cartilagineuse du chat se continue avec la substance cartilagineuse du chien.

Au total la surface cartilagineuse transplantée primitivement avait 25×10 soit 250 mm^2 .

La surface du cartilage greffé est de $33 \times 8 = 264 \text{ mm}^2$.

En déduisant les espaces envahis par la synoviale, on trouve qu'une surface de cartilage de chat, sensiblement égale à celle transplantée, reste greffée à l'état lisse du 28 novembre 1906 au 15 avril 1907, soit au bout de 128 jours.

Genou gauche (ayant subi la résection simple de la trochlée cartilagineuse).

Jouit de mouvements ayant même souplesse et à peu près même amplitude qu'à droite : la flexion est complète ; l'extension incomplète de 45° à 50° .

Elargissement du genou (1 mm) qui paraît surtout tenir à l'hyperostose des condyles internes du tibia et de fémur. Atrophie musculaire beaucoup + marquée qu'à droite : l'extenseur est fondu presque complètement.

Les tissus articulaires sont très épaissis (8 mm) ; la rotule est subluxée en dehors, sur le condyle externe. Elle en est séparée par un prolongement de la cavité articulaire ; celle-ci a disparu dans tout l'étage supérieur correspondant à la gorge de la trochlée et à sa lèvre interne. Cette région est comblée par du tissu fibreux. La lèvre externe de la trochlée offre son revêtement cartilagineux normal. L'étage inférieur de l'articulation est sain et contient une assez grande quantité de synovie claire.

(Cette synovie est mélangée à du bouillon : le tube reste stérile.)

EXAMEN HISTOLOGIQUE (fait avec M. Retterer).

Genou droit. La pièce est fixée dans l'alcool à 90° , où elle séjourne pendant plusieurs mois. On prélève, pour l'examen histologique, toute la partie supérieure de la trochlée dont la constitution est mixte (fig. 18) ; la lèvre interne appartenait au chien, la lèvre externe et le fond appartenait au chat.

Décalcification de fragment par le liquide de Kleinenberg.

EXAMEN AU NIVEAU DE LA GREFFE. — *Les coupes transversales* comprennent toute la largeur de la trochlée. Au niveau du transplant on constate qu'il existe une couche cartilagineuse continue. On y trouve comme dans les cartilages diarthrodiaux normaux :

La couche superficielle, du côté de la cavité articulaire, avec des cellules aplaties formant plusieurs couches parallèles à la fente articulaire.

La couche moyenne du cartilage présente un aspect très particulier : elle est occupée dans presque toute son épaisseur par une bande de substance fondamentale complètement dépourvue de capsules cartilagineuses. En quelques places, cette bande de substance hyaline prend un aspect vaguement fibrillaire ; ces fibrilles sont orientées parallèlement à la zone profonde.

Cette dernière présente son aspect habituel ; les capsules allongées perpendiculairement à l'os contiennent plusieurs cellules. En certains points dans ce cartilage sérié, à sa limite avec l'os, on voit quelques vaisseaux sanguins.

EXAMEN DU CARTILAGE AU NIVEAU DU CONDYLE EXTERNE. — Dans cette région *non abrasée* ; le cartilage présente ses 3 couches classiques.

Nous notons que la zone profonde a une structure identique à la zone profonde au niveau de la greffe. Dans le cartilage sérié, à sa limite avec l'os, on voit quelques vaisseaux sanguins. Leur présence semble être en rapport avec le jeune âge de l'animal.

En résumé : chez un chien de six mois, la résection complète, aseptique, de la trochlée cartilagineuse a été suivie de la disparition de la cavité articulaire dans toute la région correspondante ; la résection de la trochlée suivie de la transplantation de la région homologue d'un chat a été suivie de la conservation de la cavité articulaire dans tout l'étage supérieur : le cartilage transplanté s'est soudé intimement à l'os : il persistait en tant que tissu cartilagineux vivant au bout de 138 jours.

Nous avons essayé à deux reprises différentes de remplacer la totalité des surfaces articulaires du genou d'un chien par la totalité des surfaces articulaires du chat. Ces expériences sont sans valeur, étant donné que le processus n'a pas été

aseptique. Nous relatons l'une d'elles au point de vue de la médecine opératoire.

EXPÉRIENCE XVII. — Transplantation totale des cartilages articulaires du genou d'un chat adulte sur un jeune chien de même taille. Echec par suppuration.

3 décembre 1906. 1° Je résèque les cartilages du genou droit d'un chat de manière à obtenir un transplant qui comprend les mêmes éléments que ceux figurés p. 47. (Voyez fig. 6.)

2° Sur un chien de 4 à 5 livres et âgé de quatre à cinq mois j'abrase par fragments, au ciseau, le cartilage fémoral, le plateau tibial et ses ménisques.

Je respecte le plus possible la synoviale et la capsule articulaire.

3° J'insère les cartilages du chat à la place de ceux du chien.

La coaptation se fait très bien (les différences de courbure du côté du fémur sont faciles à faire disparaître à raison de l'élasticité du cartilage).

4° Fermeture de l'articulation en deux plans. L'opération terminée, la jointure revêt un aspect normal.

SUITES OPÉRATOIRES. — Suppuration au 5^e jour (8 décembre 1907); cette suppuration dure jusqu'à fin janvier 1907.

Le 7 février 1907. Je sacrifie l'animal. Autopsie. La pièce est sans grand intérêt en raison de la suppuration.

La cavité articulaire a disparu.

Les cartilages sont méconnaissables.

Cette expérience négative ne saurait infirmer le résultat de l'expérience positive de la transplantation partielle hétéroplastique.

Nous nous proposons de la reprendre. Mais nous considérons comme indispensable pour réussir, en plus d'une asepsie rigoureuse, d'imaginer un appareil d'immobilisation du membre opéré.

*
**

Les recherches modernes sur la constitution du sérum sanguin, nous semblent apporter des éléments nouveaux à

la vaste question des greffes hétéroplastiques. On sait que le sérum de certains animaux, le chien par exemple, possède la propriété de dissoudre, d'*hémolyser*, les globules rouges de la plupart des animaux d'espèces différentes. Cela revient à dire que la greffe des globules rouges est généralement impossible entre deux animaux d'espèce différente. Les travaux de BORDET (1) nous ont appris que ce pouvoir hémolytique du sérum est dû à l'action combinée de deux substances : l'une, préexistante dans le sérum normal de tous les animaux, est appelée *alexine* ou *complément*; l'autre, dont la présence dans ce sérum est inconstante, est appelée *sensibilisatrice* ou *ambocepteur*. La sensibilisatrice est une substance de réaction, une substance de défense que l'on peut faire apparaître en préparant un animal d'une espèce A en lui injectant des globules rouges d'une espèce B.

Mais les globules ne sont pas les seules cellules qui peuvent produire, après injection à un animal, la formation d'une substance de réaction. Les cellules du rein, du foie, du cerveau, etc., d'un animal, injectées à un autre animal d'espèce différente, peuvent provoquer l'apparition d'une substance de défense (ambocepteurs ou anticorps spécifiques). C'est de cette façon que LINDEMANN (2) a pu fabriquer un sérum néphrotoxique. DELEZENNE (3) des sérums antihépatique, névrottoxique, etc...

En raisonnant par analogie, nous sommes porté à supposer que, étant donnée une espèce A, dont les humeurs sont, à leur état normal, cytotoxiques pour une espèce B, la transplantation de cartilage articulaire de B sur A est vouée à la résorption. La présence du transplant cartilagineux est peut-être même susceptible de renforcer le pouvoir cytolytique

(1) Les sérums hémolytiques. (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1900, p. 257).

(2) LINDEMANN, *Ann. Inst. Pasteur*, t. XIV, p. 49.

(3) DELEZENNE, *C. R. Ac. des Sc.*, 11 août 1900, et *Ann. Inst. Pasteur*, t. XIV, p. 686.

des humeurs de A, à l'égard du cartilage de B (possibilité d'un sérum chondrotoxique ?).

Par contre, soit une espèce C, dont les globules ne soient pas hémolysés par l'espèce A : il semble a priori que les transplants cartilagineux de C sur A auront plus de chance de vivre que ceux de B sur A.

L'expérience de greffe hétéroplastique que nous relatons dans le présent travail est favorable à cette dernière hypothèse. Nous venons de voir, en effet, que la trochlée cartilagineuse d'un chat persistait à l'état de greffe dans le genou d'un chien au bout de cinq mois et demi. *Or, le sérum du chien n'est pas hémolytique pour le chat.* Il sera intéressant de voir si cette même greffe est encore possible, lorsqu'on a préparé le chien en lui injectant, suivant la méthode de BORDET, des hématies de chat. On sait que cette injection a pour résultat de faire apparaître dans le sérum du chien des propriétés hémolytiques pour les globules rouges du chat.

S'il était démontré que l'impossibilité des greffes hétéroplastiques entre les 2 espèces A et B tient uniquement à la toxicité du sérum de A pour B, on pourrait se demander s'il serait possible de rendre viables les greffes, en atténuant la toxicité des humeurs de A pour B. Le problème contraire, c'est-à-dire l'augmentation de la toxicité des humeurs pour un tissu donné, est résolu (méthode de BORDET).

Par contre, il n'est pas possible à l'heure actuelle de supprimer *in vivo* l'action de l'alexine et des ambocepteurs spécifiques normaux (1).

La spécificité des organes reste le gros obstacle à l'hétéroplastie. On peut se demander si tous les organes sont « spécifiques » au même degré. Le cartilage, tissu peu différencié,

(1) Renseignement dû à l'obligeance de M. POZERSKI, préparateur au Laboratoire de physiologie de M. DELEZENNE, à l'Institut Pasteur.

avasculaire, dont les fonctions sont exclusivement mécaniques, est peut-être moins inhérent à l'espèce, qu'un parenchyme différencié, vasculaire, à fonctions bio-chimiques complexes, tel par exemple que le rein.

De nouvelles recherches sur les greffes hétéroplastiques des cartilages articulaires nous semblent indispensables pour résoudre toutes ces questions.

CONCLUSIONS

PREMIÈRE PROPOSITION. — *Les cartilages articulaires possèdent l'aptitude à la greffe autoplastique et homoplastique sur les épiphyses dans une cavité synoviale saine.*

DÉMONSTRATION. — La trochlée fémorale (cartilage doublé d'une mince couche d'os) séparée de son épiphyse est susceptible de se greffer si on la réimplante à son lieu d'origine (EXPÉRIENCES I).

La trochlée fémorale peut être remplacée par greffe de l'organe homologue provenant d'un animal de même espèce (EXPÉRIENCES III et IV).

Elle ne peut être remplacée par un cartilage non homologue tel qu'un cartilage costal (EXPÉRIENCES VIII et IX).

L'ensemble organique constitué par les cartilages, fibrocartilages, et ligaments croisés du genou, réséqué provisoirement, puis refixé à la même place, possède l'aptitude à la greffe (Expériences VI et VII).

DEUXIÈME PROPOSITION. — *Les cartilages articulaires perdent leur aptitude à la greffe, en l'absence de la synoviale.*

DÉMONSTRATION. — La trochlée fémorale séparée de son épiphyse, puis réappliquée, ne peut se greffer si on fait la synovectomie (EXPÉRIENCE X).

Les cartilages du genou, non munis de synoviale, fixés sur les extrémités osseuses, dans un foyer de résection sont inaptes à se greffer : ils disparaissent par ossification (EXPÉRIENCES XI et XII).

Les cartilages articulaires, non munis de synoviale, transplantés sous la peau ne se greffent pas : ils dégèrent (EXPÉRIENCES XII, XIII et XIV).

Même résultat négatif si on entoure le cartilage transplanté sous la peau d'une membrane séreuse (péritoine) autre que la synoviale (EXPÉRIENCE XV).

TROISIÈME PROPOSITION. — *L'ensemble organique constitué par les cartilages articulaires et leur synoviale possède l'aptitude à la greffe.*

DÉMONSTRATION. — Une articulation (genou) transplantée sous la peau est intacte au bout de 2 mois. Le cartilage articulaire subsiste non dégénéré (EXPÉRIENCE XIV).

La synoviale a exercé sur le cartilage une action préservatrice impliquant que cette séreuse a gardé ses propriétés physiologiques (EXPÉRIENCES XIV et XV).

PROPOSITION COMPLÉMENTAIRE. — *La greffe hétéroplastique du cartilage articulaire semble possible dans certains cas.*

DÉMONSTRATION. — La trochlée fémorale d'un chat substituée à celle d'un chien persiste à l'état de greffe vraie au bout de 138 jours (EXPÉRIENCE XVI).

BIBLIOGRAPHIE

1° Pour toutes les questions de transplantation en général, nous renvoyons aux ouvrages généraux suivants, qui tous trois contiennent une ample bibliographie.

HERTWIG. — Handbuch der Vergleichenden Entwicklungsgeschichte. Article de Barfurth.

BARFURTH. — Regeneration und Involution dans les Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte : de Merkel et Bonnet. 1904.

KORSCHULT. — Regeneration und Transplantation. Fischer, 1907.

(Pour la transplantation du Rein en particulier, voy. la Revue générale de Papin, in *Biologie médicale* de F. BILLON, n° de février 1908.)

2° Pour la question de transplantation des cartilages, nous avons donné les principales indications bibliographiques au fur et à mesure de notre exposition.

Ci-dessous diverses indications complémentaires.

AMALGIA. — Pouvoir absorbant de la substance cartilagineuse par rapport à l'acide urique, Hofmeister's Beiträge, t. VII.

BORDIER. — Recherches expérimentales sur l'adhérence de deux surfaces polies planes ou sphériques, séparées par une mince couche de liquide : cas des surfaces articulaires (*Lyon médical*, 1896, t. XXXIII, pp. 397-409).

BURCI. — Contrib. exp. à l'étude des lésions traumatiques des cartilages et des procédés de réparation. Mém. chir. in Bottini. Palermo, 1903, t. I, pp. 220-234.

CALUGAREANU. — Phén. de plasmolyse observés dans les cellules cartilagineuses (*C. R. Soc. biol.*, Paris, 1903, t. LV, pp. 828-830).

CAZIN. — Lésions du cartilage dans les luxations anciennes. (V. CORNIL et RANVIER, 3^e éd., p. 810.)

- CHATIN. — Morphographie comparée de la cellule cartilagineuse. (*C.R. Ac. Sc.* Paris, 1904, t. CXXXIX, pp. 489-91).
- CARNOT. — Les régénérations d'organes. Paris, 1899.
- CORNIL et COUDRAY. — Sur l'implantation de l'os mort au contact de l'os vivant (*Arch. méd. exp. et anat. path.* Paris, 1903, t. XV, pp. 313-334).
- FIBICH. — Histol. cartil. hyalin (*Anat. Anz.* Jena, 1903, t. XXIV, pp. 209-214).
- GERSON. — Greffe dentaire. Thèse de Paris, 1907.
- GRANDIS et MAINCINI. — Studi sui fenomeni chimici che hanno luogo nella cartilagine epifisaria durante il periodo di accrescimento dell'osso (*Arch. per Sc. Med.*, Torino, 1900, t. XXXV, pp. 49-66).
- HULTKRANTZ. — Sur les plans de clivage des cartilages des articulations (*Verhandl. d. anat. Gesellsch.* Iena, 1898, t. XII, pp. 248-256).
- MAUCLAIRE. — Osteomyélite chron. du tibia. Evidement, Greffe de cartilages costaux (*Soc. de chir.*, 24 avril 1907).
- MENETRIER. — Greffe des cellules normales, in *Cancer*, fasc. XIII du nouveau Traité de médecine BROUARDEL, GILBERT, THOINOT.
- ORGLER. — Chimie des cartilages in (*Zeitschr. f. Physiol. Chem. Strassb.*, 1902-1903, t. XXXVII).
- REITTERER. — Développement des cavités closes tendineuses et des bourses muqueuses (*Soc. biologie*, 2 février 1895).
- REITTERER. — Evolution du cartilage transitoire (*J. de l'Anat. et Physiol.*, t. XXXVIII, 1900, p. 467).
- SAWIŃ. — Sort du cartilage transplanté (*Khirurgia Mosk.*, 1903, XIII, p. 617).

2° THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Botanique. — LA GREFFE CHEZ LES VÉGÉTAUX.

Géologie. — PHASE SOLFATARIENNE, DU VOLCANISME.
EMANATIONS THERMALES.

Vu et approuvé :

Le Doyen de la Faculté des sciences,

PAUL APPEL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I^{er}

Les ankyloses osseuses et la greffe articulaire

Point de départ de ces recherches : traitement des ankyloses. —	
Les résections articulaires à l'époque des Moreau, de Bar-le-Duc.	
— Les résections sous-périostées à l'époque d'Ollier. — Les ré-	
sections sous-périostées combinées au principe de l'interposition à	
l'époque actuelle.....	10
Conception d'une opération idéale.....	12

CHAPITRE II

Greffe en général et greffe cartilagineuse

Définition de la greffe animale d'après P. Bert. — Examen critique de	
cette définition. — Définition de la greffe des tissus. — Propriétés	
vitales des fragments réellement greffés. — Greffe vraie et tolérance	
aseptique ; exemple tiré du tissu osseux.....	17
Recherches sur la transplantation des cartilages antérieures à nos	
essais. — Travaux de Léopold, Zahn, Helferich, Fischer, Ollier et	
Tizzoni, Seggel, Zoppi, Cornil et Coudray. — Résection chondro-	
plastique de Tuffier.....	23

CHAPITRE III

Recherches expérimentales sur la réimplantation des cartilages articulaires

I. — <i>Notions préliminaires sur la nutrition des cartilages diarthro-</i>	
<i>throdiaux</i>	24
II. — <i>Technique générale des expériences.</i> Nombre des expé-	
riences ; leur durée. Nature générale des expériences : abrasion,	
puis fixation.....	27
Moyens d'abrasion (scies, bistouris, ciseaux plats). Moyens de fixa-	
tion (sutures, clous, vis).....	28

Règles d'asepsie : opéré, opérateur. Définition des suites opératoires aseptiques	31
Des divers pansements. Infection secondaire. — Choix d'une articulation	32
III. — <i>Relation des Expériences</i>	33
a) Greffe de la trochlée ostéo-cartilagineuse par réimplantation immédiate	33
b) Greffe cartilagineuse pure et greffe ostéo-cartilagineuse	36
c) Influence de l'individu. Greffe par échange de la trochlée entre deux lapins de même portée	40
d) Influence de l'âge. Echange de la trochlée entre deux lapins d'âge différent	41
e) Influence de la durée de séparation du fragment ostéo-cartilagineux	42
f) Greffes cartilagineuses étendues	44
g) Greffe cartilagineuse totale du genou	47

CHAPITRE IV

Substitution des cartilages costaux aux cartilages articulaires

Structure des cartilages costaux. — Propriétés physiques. — Transplantation des cartilages costaux dans les opérations de rhinoplastie	52
Expériences personnelles de transplantation d'un cartilage costal pour réparer une perte de substance d'un cartilage articulaire	56

CHAPITRE V

Greffes homoplastiques de cartilages articulaires, envisagées dans leurs rapports avec la synoviale

I. — <i>Greffe des cartilages articulaires en l'absence de la synoviale</i>	59
a) Réimplantation des cartilages articulaires et synovectomie combinées	59
b) Implantation des cartilages articulaires sur les extrémités osseuses dans les foyers de fracture	61
II. — <i>Greffes combinées du cartilage et de la synoviale</i>	64
1° Transplantation sous-cutanée du cartilage inclus dans un manchon synovial ; 2° Transplantation sous-cutanée d'une articulation complète	68

CHAPITRE VI

Greffes cartilagineuses hétéroplastiques

Définition de l'hétéroplastie. — Rareté des faits indiscutables de greffe hétéroplastique : exemples tirés du tissu osseux	73
Expériences personnelles : a) Greffe de la trochlée cartilagineuse d'un chat à la place de la trochlée d'un chien	76

b) Essai de remplacement total des surfaces cartilagineuses du genou d'un chien par celles d'un chat.....	81
Hétéroplastie et toxicité des sérums sanguins. — Hypothèse sur la relation entre le pouvoir hémolytique d'un sérum pour une espèce animale et son pouvoir de résorption des transplants provenant de cette même espèce. — Impossibilité actuelle d'une vaccination antichondrolytique.....	84
CONCLUSIONS.....	86
BIBLIOGRAPHIE.....	89

